





دولــــة فلـسطين
وزارة التربية والتعليم

كهرباء استعمال

(نظري وعملي)

المسار المهني - الفرع الصناعي

فريق التّأليف:

م. نجيب جابر (منسقاً)

م. حامد أبو هنيه

م. عمر خريشي

م. ماهر يعقوب



قررت وزارة التربية والتعليم في دولة فلسطين
تدريس هذا الكتاب في مدارسها بدءاً من العام الدراسي ٢٠١٨ / ٢٠١٩م

الإشراف العام

رئيس لجنة المناهج	د. صبري صيدم
نائب رئيس لجنة المناهج	د. بصري صالح
رئيس مركز المناهج	أ. ثروت زيد

الدائــرة الفنية

إشراف فني	أ.كمال فحماوي
تصميم	أ. حنين شعبان

تحرير لغوي	أ. رائد شريدة
متابعة المحافظات الجنوبية	د. سمية النخّالة

الطبعة التجريبية
٢٠٢٠ م/ ١٤٤١ هـ

دولـــة فـلـسـطـين
وزارة التربية والتعليم



مركز المناهج

mohe.ps | mohe.pna.ps | moehe.gov.ps
.com/MinistryOfEducationWzartAltrbytWaltlym
هاتف +970-2-2983280 | فاكس +970-2-2983250

حي الماصيون، شارع المعاهد
ص. ب 719 - رام الله - فلسطين
pcdc.mohe@gmail.com | pcdc.edu.ps

تقديم

يتصف الإصلاح التربوي بأنه المدخل العقلاني العلمي النابع من ضرورات الحالة، المستند إلى واقعية النشأة، الأمر الذي انعكس على الرؤية الوطنية المطورة للنظام التعليمي الفلسطيني في محاكاة الخصوصية الفلسطينية والاحتياجات الاجتماعية، والعمل على إرساء قيم تعزز مفهوم المواطنة والمشاركة في بناء دولة القانون، من خلال عقد اجتماعي قائم على الحقوق والواجبات، يتفاعل المواطن معها، ويعي تراكيبها وأدواتها، ويسهم في صياغة برنامج إصلاح يحقق الآمال، ويلامس الأماني، ويرنو لتحقيق الغايات والأهداف.

ولما كانت المناهج أداة التربية في تطوير المشهد التربوي، بوصفها علماً له قواعده ومفاهيمه، فقد جاءت ضمن خطة متكاملة عالجت أركان العملية التعليمية التعلّمية بجميع جوانبها، بما يسهم في تجاوز تحديات النوعية بكل اقتدار، والإعداد لجيل قادر على مواجهة متطلبات عصر المعرفة، دون التورط بإشكالية التشتت بين العولمة والبحث عن الأصالة والانتماء، والانتقال إلى المشاركة الفاعلة في عالم يكون العيش فيه أكثر إنسانية وعدالة، وينعم بالرفاهية في وطن نحمله ونعظمه.

ومن منطلق الحرص على تجاوز نمطية تلقّي المعرفة، وصولاً لما يجب أن يكون من إنتاجها، وباستحضار واعٍ لعديد المنطلقات التي تحكم رؤيتنا للطالب الذي نريد، وللبنية المعرفية والفكريّة المتوخّاة، جاء تطوير المناهج الفلسطينية وفق رؤية محكومة بإطار قوامه الوصول إلى مجتمع فلسطيني ممتلك للقيم، والعلم، والثقافة، والتكنولوجيا، وتلبية المتطلبات الكفيلة بجعل تحقيق هذه الرؤية حقيقة واقعة، وهو ما كان له ليكون لولا التناغم بين الأهداف والغايات والمنطلقات والمرجعيات، فقد تآلفت وتكاملت؛ ليكون النتاج تعبيراً عن توليفة تحقق المطلوب معرفياً وتربوياً وفكرياً.

ثمّة مرجعيات تؤطّر لهذا التطوير، بما يعزّز أخذ جزئية الكتب المقررّة من المنهاج دورها المأمول في التأسيس؛ لتوازن إبداعي خلّاق بين المطلوب معرفياً، وفكرياً، ووطنياً، وفي هذا الإطار جاءت المرجعيات التي تم الاستناد إليها، وفي طليعتها وثيقة الاستقلال والقانون الأساسي الفلسطيني، بالإضافة إلى وثيقة المنهاج الوطني الأول؛ لتوجّه الجهد، وتعكس ذاتها على مجمل المخرجات.

ومع إنجاز هذه المرحلة من الجهد، يغدو إزجاء الشكر للطواقم العاملة جميعها؛ من فرق التأليف والمراجعة، والتدقيق، والإشراف، والتصميم، وللجنة العليا أقل ما يمكن تقديمه، فقد تجاوزنا مرحلة الحديث عن التطوير، ونحن واثقون من تواصل هذه الحالة من العمل.

وزارة التربية والتعليم

مركز المناهج الفلسطينية

آب / ٢٠١٨م

مقدمة:

يأتي هذا المقرّر ضمن خطة وزارة التربية والتعليم لتحديث المناهج الفلسطينية وتطويرها لفروع التعليم المهني، بحيث يتضمّن مجموعة كفايات يمتلكها خرّيج التعليم المهني التي يتطلبها سوق العمل، ومواكبة آخر التطورات الحديثة في علم الصناعة، والتدريب العملي بما يتوائم مع متطلبات عصر المعارفة.

لقد تم تأليف هذا الكتاب ضمن منهجية الوحدات النمطية المبنية على المواقف والأنشطة التعلّمية، بحيث يكون الطالب منتجاً للمعرفة لا مُتلقياً لها، بحيث يعطى للطالب الفرصة للانخراط في التدريبات التي تُنفَّذ بروح الفريق، والعمل الجماعي، لذا تضمّنت وحدات هذا المقررّ الحالات الدراسية التي تعمل على تقريب الطالب المتدرب من بيئة سوق العمل، والأنشطة التعلّمية ذات الطابع التطبيقي المتضمنة خطّة العمل الكاملة للتمرين؛ لما تحتويه من وصف تنفيذ التمرين، ومنهجيته، وموارده، ومتطلباته، إضافة إلى صناديق المعرفة، وقضايا التفكير التي تُذكي ذاكرة الطالب.

لقد تمّ ربط أنشطة هذا الكتاب وتدريباته بقضايا عملية مُرتبطة بالسياق الحياتيّ للطالب، وبما يُراعي قُدرته على التنفيذ، كما تمّ التركيز على البيئة والسوق الفلسطيني وخصوصياتها عند طرح الموضوعات، وربطها بواقع الحياة المعاصر، وتجلّى ذلك من خلال الأمثلة العملية، والمشاريع الطلابية، حيث تمّ توزيع مادة الكتاب الذي بين أيدينا على ما يأتي:

احتوى (الفصل الثاني) على ثلاث وحدات نمطية، الوَحدة الخامسة تتعلق بدارات الجهد المنخفض، أما الوَحدة السادسة فتضمنت دارات التيار المتناوب أحادي الطور، والوَحدة السابعة تضمنت دارات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار.

ولمّا كانت الحاجة لصقل المعلومة النظرية بالخبرة العملية، فقد تمّ وضع مشروع في نهاية كلّ وَحدة نمطية؛ لتطبيق ما تعلّمه الطلبة، ونأمل تنفيذه بإشراف المعلم.

واللهَ نسأل أن نكون قد وفّقنا في عرض موضوعات هذا الكتاب بما يراعي قدرات الطلبة، ومستواهم الفكري، وحاجاتهم، وميولهم النفسية والوجدانية والاجتماعية، وكلّنا أمل بتزويدنا بملاحظاتهم البنّاءة؛ ليتمّ إدخال التعديلات والإضافات الضرورية في الطبعات اللاحقة؛ ليصبح هذا الجهد تامّاً متكاملاً خالياً من أيّ عيب أو نقص قدر الإمكان.

والله ولي التوفيق

فريق التّأليف

المحتويـــات

الوَحدة النمطية الخامسة **دارات الجهد المنخفض**

الوَحدة النمطية السادسة **دارات التيار المتناوب أحادي الطور**

الوَحدة النمطية السابعة **دارات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار**



أتأمل وأناقش:

دارات الجهد المنخفض.. السبيل لحياة عصرية!

الوَحدة النمطية الخامسة:



دارات الجهد المنخفض

يُتوقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على توظيف المعارف والمهارات المختلفة لتركيب دارات الجهد المنخفض وفحص عناصرها، والتعامل معها، من خلال الآتي:

1. توصيل جهاز النداء الداخلي (الإنتركم) وتركيبه.
2. توصيل مخارج الهاتف وتركيبها.
3. توصيل مخارج شبكة الحاسوب وتركيبها.
4. توصيل مخارج التلفاز والستالايت وتركيبها.
5. تركيب كاميرات المراقبة.

* الكفايات المهنية:

الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحدة هي:

1. الكفايات الحرفية:

* القدرة على تركيب دارات الجهد المنخفض وتحليل عناصرها.
* القدرة على وضع المواصفات الفنية لعناصر دارات الجهد المنخفض.
* القدرة على رسم مخطط توضيحي لدارات الجهد المنخفض.
* القدرة على ربط دارات الجهد المنخفض للعمل بشكل تكاملي.
* القدرة على التعامل مع أجهزة القياس المختلفة.

2. الكفايات الاجتماعية والشخصية:

* المصداقية في التعامل مع الزبون.
* المحافظة على خصوصية الزبون.
* الاستعداد باستمرار لتلبية رغبات الزبون.
* القدرة على إقناع الزبون.
* الاستعداد للاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص.
* القدرة على التفكير التحليلي واختيار الحل الأنسب.
* الالتزام بأخلاقيات المهنة.

3. الكفايات المنهجية:

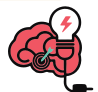
* التعلم التعاوني.
* استمطار الأفكار (العصف الذهني).
* البحث العلمي.
* الحوار والمناقشة.

* قواعد الأمان والسلامة العامة:

* ارتداء ملابس السلامة المهنية المناسبة (حذاء معزول، وكفوف يدوية).
* استخدام العِدَد والتجهيزات المطابقة لقواعد الأمن والسلامة.
* ترتيب طاولة العمل (مكان العمل) وتنظيفها قبل الانتهاء من التنفيذ وبعده.

1.5 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: توصيل جهاز النداء الداخلي (الإنتركم) وتركيبه.

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: حضر صاحب منزل إلى إحدى الورش الفنية، وطلب تركيب جهاز نداء داخلي (إنتركم) في منزله.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحللها	• أجمع البيانات من صاحب المنزل عن: ▫ المسافة بين بوابة السور ومدخل المنزل. ▫ عدد وحدات المحادثة الداخلية المطلوبة. ▫ مكان تركيب وَحدة المحادثة الخارجية. ▫ الأمكنة التي ستركب فيها وحدات المحادثة الداخلية. • أجمع البيانات عن: ▫ أنواع أجهزة الإنتركم. ▫ الأجزاء التي تتكون منها وَحدة المحادثة الداخلية. ▫ وَحدة التغذية في الإنتركم. ▫ قفل الباب الكهربائي. ▫ مخططات توصيل أجهزة الإنتركم المختلفة.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب صاحب المنزل. ▫ كتالوجات عن أجهزة النداء الداخلي. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ صور عن جهاز النداء الداخلي. ▫ فيديو عن جهاز النداء الداخلي.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: ▫ أنواع أجهزة الإنتركم. ▫ قفل الباب الكهربائي. ▫ مخططات توصيل الإنتركم • تحديد خطوات العمل: ▫ قراءة المخطط التفصيلي للإنتركم المستخدم. ▫ أحدد نوع الكوابل المستخدمة وَفق المخطط. ▫ أحدد مسار المواسير الموصلة بين وحدات المحادثة الداخلية ووَحدة المحادثة الخارجية. ▫ أحدد مسار المواسير الموصلة إلى لوحة التوزيع الكهربائية. ▫ أختار أماكن تركيب وحدات المحادثة الداخلية. ▫ أختار مكان تركيب وَحدة المحادثة الخارجية. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: ▫ كتالوجات عن أجهزة النداء الداخلي. ▫ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: ▫ مواقع خاصة بأجهزة النداء الداخلي ذات مصداقية.

أُنفِّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: ▫ استخدام تجهيزات قص الأسلاك الكهربائية وتعريتها. ▫ استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة لسحب وتمديد الأسلاك الكهربائية. ▫ عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكد من سلامة التوصيلات. • تمديد المواسير الموصلة بين وحدات المحادثة الداخلية ووَحدة المحادثة الخارجية. • تمديد المواسير الموصلة إلى لوحة التوزيع الكهربائية. • تركيب وَحدة التغذية داخل لوحة التوزيع الكهربائية. • تركيب وحدات المحادثة الداخلية. • تركيب وَحدة المحادثة الخارجية. • تجميع الوحدات وَفق المخطط مع استخدام نظام معين يتم الاحتفاظ به لأعمال الصيانة.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني • (مجموعات عمل).	• جهاز نداء داخلي. (إنتركم) يشمل: ▫ وَحدة محادثة داخلية. ▫ وَحدة محادثة خارجية. ▫ مصدر تغذية. • قفل باب كهربائي. • مخطط توصيل الإنتركم. • أسلاك مناسبة وَفق مخطط التوصيل. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك وقصها وتثبيتها. • مفكات متنوعة. • مواد التثبيت (براغي أو مسامير). • قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: ▫ كتالوجات عن الإنتركم. ▫ صور عن الإنتركم. ▫ طلب صاحب المنزل. • الإنترنت: ▫ مواقع خاصة بأجهزة النداء الداخلي ذات مصداقية.
أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • تمديد المواسير الموصلة بين وحدات المحادثة الداخلية ووَحدة المحادثة الخارجية. • تمديد المواسير الموصلة إلى لوحة التوزيع. • تركيب وَحدة التغذية داخل لوحة التوزيع. • تركيب وحدات المحادثة الداخلية. • تركيب وَحدة المحادثة الخارجية. • تجميع الوحدات وَفق المخطط مع استخدام نظام معين يتم الاحتفاظ به لأعمال الصيانة. • استخدام الإنتركم، وعمله. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب المنزل. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• الحوار والمناقشة • التعلم التعاوني، ولعب الأدوار).	• حاسوب • الوثائق: ▫ كتالوجات حول جهاز النداء الداخلي. ▫ صور جهاز النداء الداخلي. ▫ طلب صاحب المنزل. • الإنترنت: ▫ مواقع خاصة بأجهزة النداء الداخلي.

أوثّق وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات عن: ▯ أنواع الإنتركم. ▯ قفل الباب الكهربائي. ▯ مخططات توصيل الإنتركم • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة • تجهيز تقرير فني لصاحب المنزل. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين حالة صاحب المنزل قبل تركيب جهاز الإنتركم وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب المنزل.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب المنزل. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.



1 أبحث في الإنترنت عن مخططات توصيل أجهزة إنتركم لمجموعة من الشركات المصنعة لهذه الأجهزة، ثم أقارن بين هذه الأجهزة تبعا لمواصفاتها الفنية.

2 أفسّر ما يأتي:

أ يستخدم الجرس في الإنتركم.

ب يجب أن يثبت المحول الخاص بجهاز الإنتركم في أقرب مكان ممكن من الباب.

ج يتم توصيل فاتح الباب عن طريق مرحل (Relay).

3 ما الاحتمالات الممكنة للعطل الآتي: عند الضغط على ضاغط فاتح الباب لا يتفعل؟

4 ما أقل عدد ممكن من الأسلاك اللازمة لكابل الإنتركم لطابقين؟

أتعلّم: نظام النداء الداخلي (الإنتركم) Intercom

نشاط: لدينا إنتركم تمّ تركيبه مسبقاً في منزل، يراد تركيب وَحدة محادثة داخلية إضافية، ولكن من نوع آخر يختلف عن النوع الذي تم تركيبه، أرسم مخطط التوصيل لجهاز الإنتركم مع وَحدة المحادثة الداخلية الإضافية، ثم أقوم بتنفيذه.

ويمكن تقسيم مخارج القدرة الكهربائية من حيث طبيعة الجهد إلى قسمين:

1. مخرج قدرة كهربائي ذو جهد مرتفع (أحادي الطور، ويكون بجهد 220 فولت، أو ثلاثي الأطوار، ويكون بجهد 380 فولت وَفق النظام المعمول به في فلسطين، وفي مجموعة من الدول، مثل الولايات المتحدة الأمريكية، والمكسيك، وفنزويلا، يستخدم نظام أحادي الطور 110 فولت أو ثلاثي الأطوار 190 فولت).
2. مخرج جهد منخفض (Low voltage): يتمثل في مقابس الهاتف، والتلفاز، وشبكة الحاسوب السلكية، وجهاز النداء الداخلي (الإنتركم)، وأنظمة كاميرات المراقبة، وتحمل جهداً أقل من50 فولت، وتُسمّى أحياناً تمديدات الاتصالات.

يتم تجهيز علبة تجميع رئيسة للجهد المنخفض بارتفاع 40 سم عن سطح البلاط؛ لكي يتم دخول خطوط المشتركين إليها، ثم يتم توزيع خطين رئيسين لكل مشترك عبر مواسير منفصلة عن أية أنواع أخرى من التمديدات، خصوصا في حال وجود عدد من المشتركين (شقق سكنية، أو محالّ تجارية) في البناية نفسها.

نظام النداء الداخلي (الإنتركم): هو نظام اتصالات صوتي، يُستخدم داخل مبنى، أو مجموعة صغيرة من الوحدات المعمارية (شركات، أو وحدات سكانية، أو نظام حماية)، وقد يكون مرفقاً بوَحدة كاميرا مستقلة.

ويتكون نظام النداء الداخلي من عدد من الدارات الإلكترونية التي تحوّل الصوت إلى إشارة كهربائية، ويتم نقل هذه الإشارة عبر الأسلاك إذا كان النظام سلكياً، أو عبر الأثير إذا كان النظام لا سلكياً، ثم يقوم المستقبل بتحويل الإشارة إلى صوت مسموع.

مكونات جهاز النداء الداخلي:

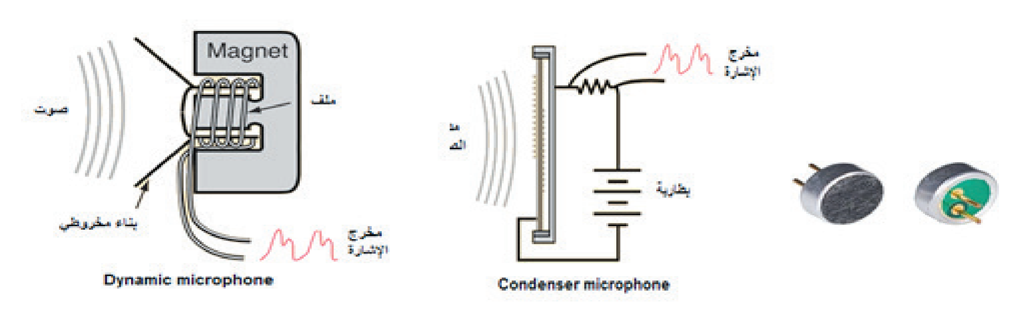
1. **وَحدة المحادثة الداخلية:** يتم تركيبها في المنزل، وتحتوي على دارة المحادثة.



شكل (1): وَحدة المحادثة الداخلية

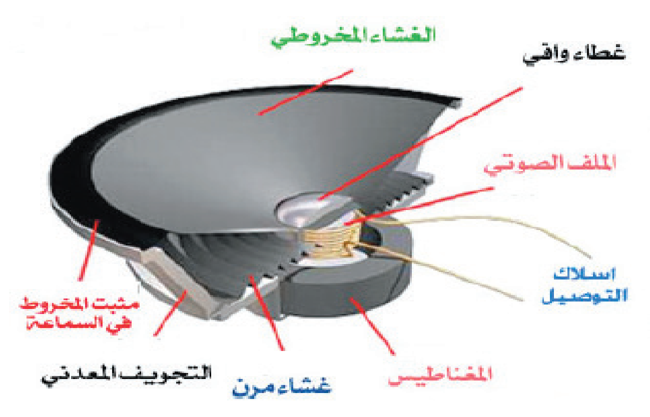
وتتكون وَحدة المحادثة الداخلية من الأجزاء الآتية:

أ. المايكروفون: يقوم بتحويل الاهتزازات المعبّرة عن الكلام إلى ضغوط ميكانيكية، ثم إلى جهودكهربائية متغيرة ومكافئة لنوع الموجات الصوتية التي يتعرض لها، ويوجد منه عدة أنواع تختلف في مبدأ عملها.



شكل (2): المايكروفون

ب. السماعة: تقوم السماعة بتحويل الإشارة الكهربائية إلى حركة ديناميكية تصدر الصوت المسموع، وتتكون السماعة من الأجزاء الآتية:



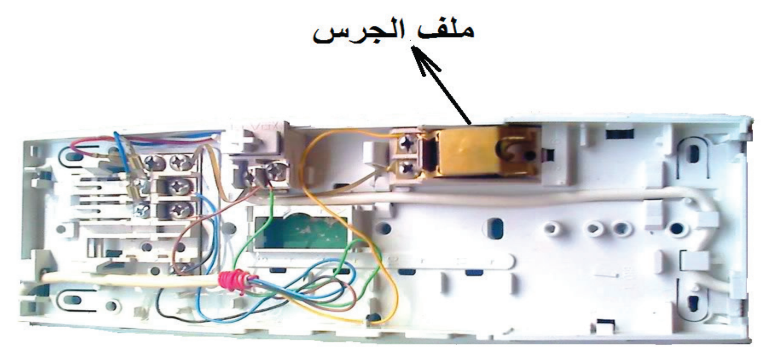
شكل (3): مكونات السماعة

ج. ضواغط ومفاتيح: هي مجموعة من الضواغط المثبتة على قاعدة وَحدة المحادثة الداخلية، تستخدم في الاتصال بين الشقق، أو بين الأجزاء المختلفة للمنزل، وهناك ضاغط من أجل فتح الباب، ومفاتيح من أجل فتح دارة المحادثة وإغلاقها.



شكل (4):الضواغط على وَحدة المحادثة الداخلية

د. الجرس: يستخدم الجرس للتنبيه عند الطلب من الآخرين، أو من الباب الخارجي، ومن الممكن أن يكون الجرس عند الطلب من الخارج منفصلاً عن الجرس عند الطلب من الشقق الأخرى.



شكل (5): الجرس الداخلي لوَحدة المحادثة الداخلية

هـ. الشاشة (monitor): إذا كان نظام المحادثة من النوع الصوتي المرئي فيكون له شاشة.



شكل (6): شاشة الانتركم

2. **وَحدة المحادثة الخارجية:** يتم تركيب وَحدة المحادثة الخارجية في مكان مناسب بجانب الباب الرئيس، وتتكون من العناصر الآتية:



شكل (7): وَحدة محادثة خارجية

أ. ضواغط لتفعيل الجرس الداخلي لكل شقة في المبنى.

ب. سماعة.

ج. اللوحة الإلكترونية المطبوعة، ودارة تكبير الإشارة التي يمكن من خلالها معايرة المايكرفونات، وضبط مستوى الصوت.

د. كاميرا (Camera): إذا كان نظام المحادثة من النوع الصوتي المرئي فيكون له كاميرا.



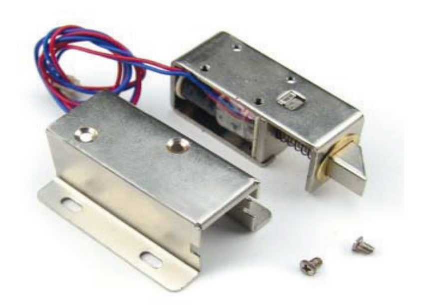
شكل (8): كاميرا الإنتركم

3. **وَحدة التغذية:** تحتوي على محول خافض للجهد ومصهرات حماية، وتقوم وَحدة التغذية بتوفير الجهود اللازمة لتشغيل وَحدةالمحادثة، ودارات الأجراس، وفاتح الباب.



شكل (9): وَحدة التغذية

4. **فاتح الباب:** يركب على باب المدخل الرئيس بدلاً من القفل العادي، ويتم فتحه أو إغلاقه عن طريق دارة كهربائية تعمل على فتح الباب عند مرور التيار الكهربائي في الملف الموجود داخل القفل، ويعمل الملف على جهد 12 فولت، أو 24 فولت.

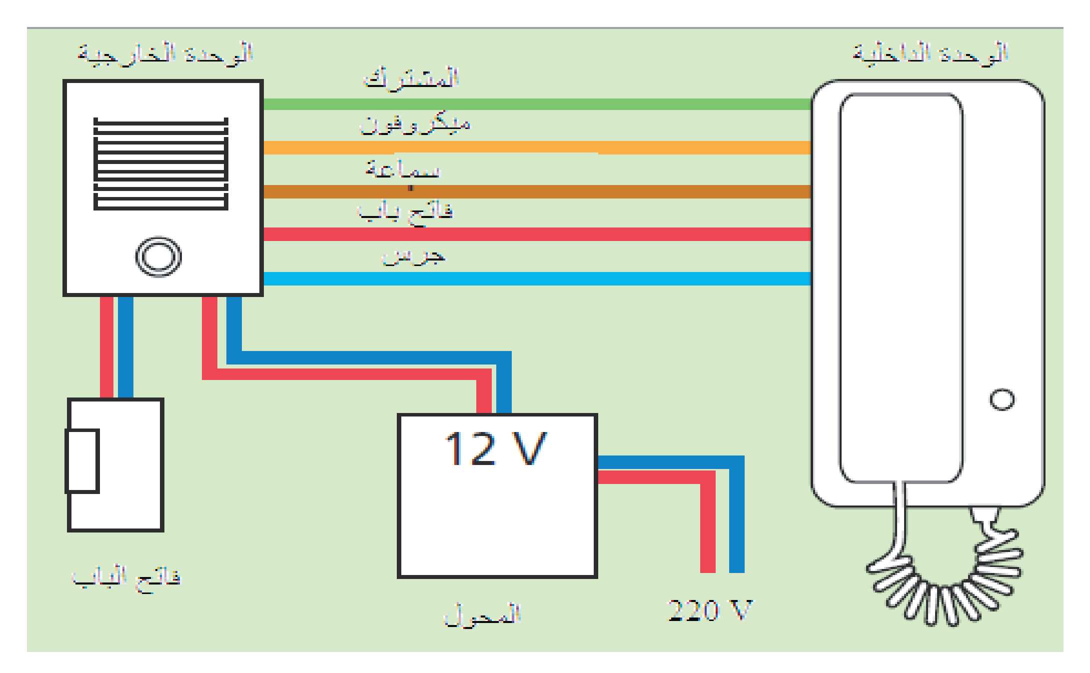


شكل (10): فاتح الباب

تركيب الإنتركم وتوصيله:

تقوم الشركات المصنعة لأجهزة النداء الداخلي بترقيم نقاط التوصيل لجميع وحدات الجهاز؛ حتى يتمكن الفني المتخصص من إجراء عملية التوصيل بسهولة، ودون أخطاء.

تتطلب أجهزة الإنتركم أربعة أسلاك أو خمسة، تخرج من كل وَحدة محادثة داخلية، كما أن معظم الأرقام الموجودة على وَحدة التغذية تقابلها الأرقام بوَحدة المحادثة الداخلية ووَحدة المحادثة الخارجية نفسها، ويتم التوصيل بين الأرقام الموجودة في وَحدة التغذية ومثيلاتها في وَحدة المحادثة الخارجية.



شكل (11): تجميع وحدات نظام النداء الداخلي حسب المخطط

ويبيّن الجدول (1) مِساحة مقطع الأسلاك (mm^2) المستخدمة لدارات المحادثة ودارة فاتح الباب بالنسبة لطول الكابل (m).

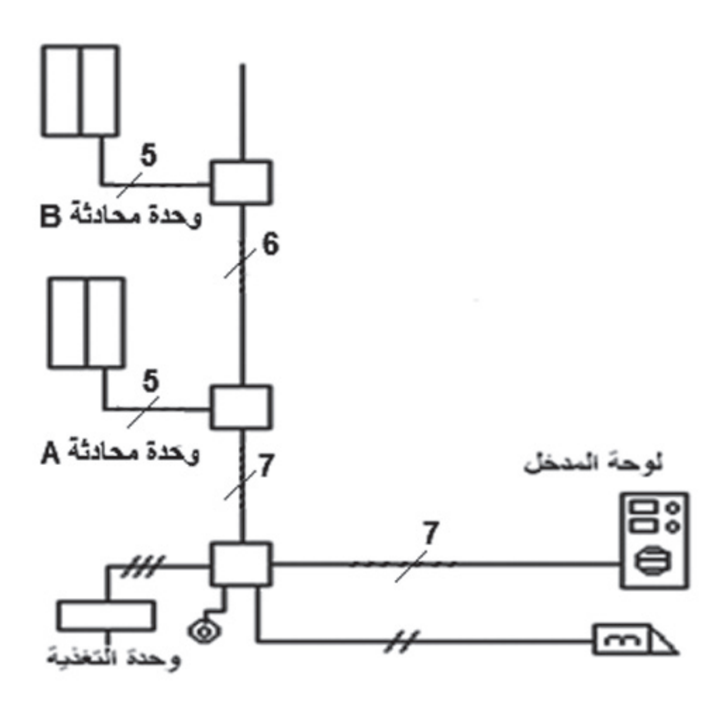
دارة القفل الكهربائي (mm^2)	دارة المحادثة (mm^{2-})	طول الكابل (m)
1	0.5	50
1.5	0.75	100
2.5	1	200

جدول (1): مساحة مقطع الكوابل بالنسبة لطول الكابل

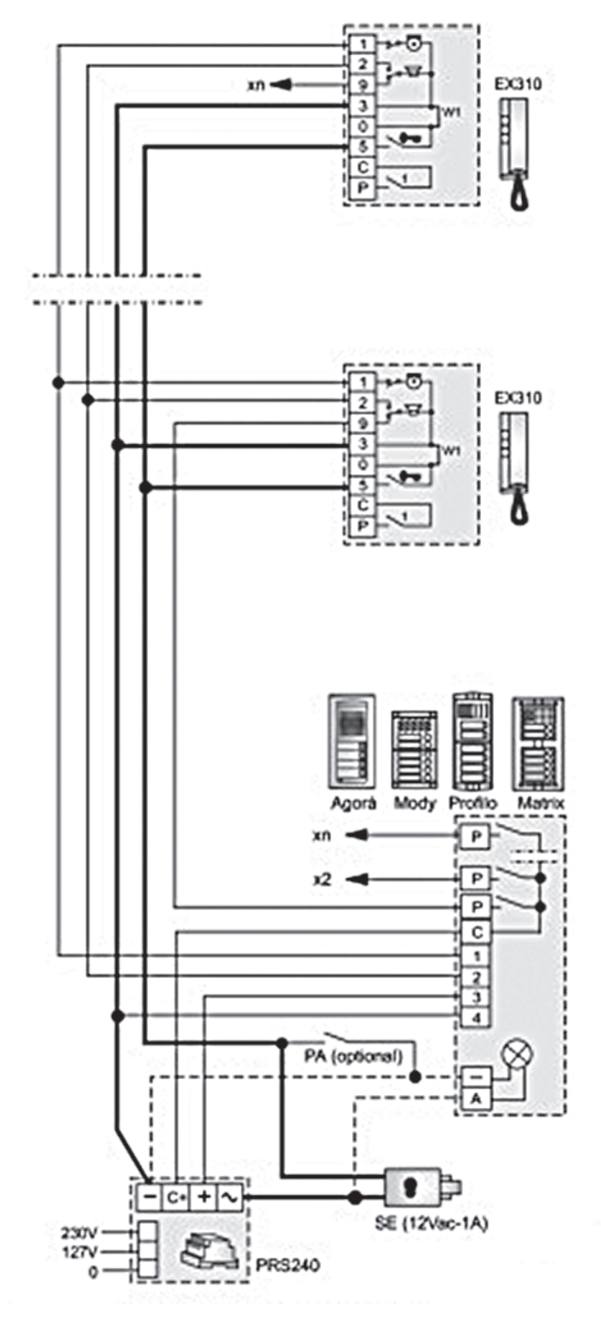
أمور يجب مراعاتها قبل تركيب جهاز الإنتركم:

1. تحديد مواصفات جهاز الإنتركم، وعدد مدخلاته، بالاعتماد على عدد الشقق.
2. تحديد نوع الجهاز المراد تركيبه (نظام صوتي، أو مرفق بوَحدة كاميرا مستقلة)؛ لكي يتلاءم مع قُطر الكابل ونوعه وعدد الموصلات التي يتضمنها هذا الكابل.
3. تحديد أماكن وحدات المحادثة الداخلية للشقة، وتحديد مكان وَحدة المحادثة الخارجية، واعتماد حيز كافٍ لأبعادها وقياساتها.
4. تركيب وَحدة التغذية عند أقرب نقطة للباب الرئيس، مثل خزانة الخدمات المخصصة للعدادات الكهربائية (وحدات التغذية في بعض أنواع أجهزة الإنتركم تكون من النوع DIN rail، وتثبت على جسر تثبيت الأجهزة الكهربائية في لوحة التوزيع الكهربائية).
5. تشغيل الجهاز قبل تركيبه، وتوصيله بشبكة الأسلاك التي تم تمديدها؛ للتأكد من عدم وجود عيب مصنعي في الجهاز.
6. فصل أسلاك الإنتركم عن أسلاك الكهرباء وأسلاك الهاتف بمواسير خاصة.

ويبيّن شكل (12) مخططاً أحادي الخط لنظام نداء داخلي، كما يبيّن شكل (13) مخطط توصيل جهاز إنتركم لإحدى الشركات:



شكل (12): مخطط أحادي الخط لنظام مناداة داخلي (الإنتركم)



شكل (13): مخطط تفصيلي لتوصيل جهاز النداء الداخلي (الإانتركم)

2.5 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: توصيل مخارج الهاتف وتركيبه.

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلبت مديرة إحدى رياض الأطفال من أحد أصحاب الورش الفنية تركيب مخرج هاتف إضافي في غرفة المعلمات المجاورة لمكتب مديرة الروضة.

العمل الكامل:



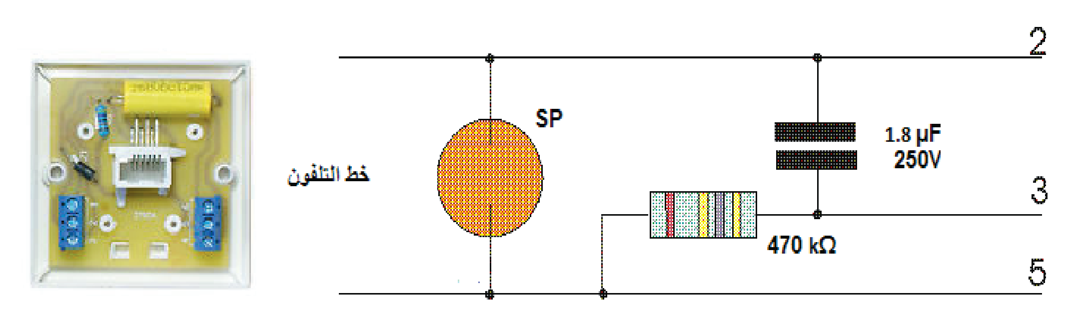
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من مديرة الروضة عن: □ عدد مخارج الهاتف في الروضة. □ الهدف من تركيب مخرج هاتف إضافي في غرفة المعلمات. □ المسافة بين مكتب مديرة الروضة وغرفة المعلمات. • أجمع البيانات عن: □ أنواع مخارج الهاتف. □ كيفية تجهيز علبة التجميع الرئيسة لخطوط الهاتف.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: □ طلب مديرة الروضة. □ كتالوجات مخارج الهاتف. • التكنولوجيا: □ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. □ صور عن مخارج الهاتف. □ فيديو عن مخارج الهاتف.
أخطِّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: □ عدد مخارج الهاتف في الروضة. □ أنواع مخارج الهاتف. □ كيفية تجهيز علبة التجميع الرئيسة لخطوط الهاتف. • تحديد خطوات العمل: □ سحب الكابل ذي الخطوط الأربعة. □ تثبيت السلكين الأحمر والأخضر بمخرج الهاتف. □ تركيب مخرج الهاتف. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • ا	• الوثائق: □ كتالوجات حول مخارج الهاتف. □ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بمخارج الهاتف.

أُنفِّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: - استخدام تجهيزات قص الأسلاك وتعريتها. - استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة. • سحب كابل ذي أربعة خطوط للتوصيل بين لوحة الجهد المنخفض ومخرج الهاتف. • تثبيت السلكين الأحمر والأخضر بمخرج الهاتف. • تركيب مخرج الهاتف في علبة فوق القصارة. • توصيل خطي الهاتف إلى النقطتين (3، 4) في الكليمنت. • تركيب غطاء مخرج الهاتف الخارجي.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• كابل هاتف مناسب. • مخرج هاتف مناسب. • مكبس نهاية أطراف وصلة الهاتف RJ11/ RJ12 • قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: - كتالوجات حول مخارج الهاتف. - طلب مديرة الروضة. - نشرات - صور مخارج الهاتف. • الإنترنت: - مواقع خاصة بمخارج الهاتف.
أتحقَّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • سحب كابل ذي أربعة خطوط للتوصيل بين لوحة الجهد المنخفض ومخرج الهاتف. • تثبيت السلكين الأحمر والأخضر بمخرج الهاتف. • تركيب مخرج الهاتف في علبة فوق القصارة. • توصيل خطي الهاتف إلى النقطتين(3، 4) في الكليمنت. • تركيب غطاء مخرج الهاتف الخارجي. • تشغيل الهاتف وعمل المخرج. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب مديرة الروضة. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• الحوار والمناقشة • التعلم التعاوني لعب الأدوار.	• حاسوب. • الوثائق: - كتالوجات حول مخارج الهاتف. - صور مخارج الهاتف. - طلب مديرة الروضة. • الإنترنت: - مواقع خاصة بمخارج الهاتف.

أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات عن: ▫ عدد مخارج الهاتف في الروضة ▫ أنواع مخارج الهاتف. ▫ كيفية تجهيز علبة التجميع الرئيسة لخطوط الهاتف. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لمديرة الروضة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين وضع غرفة المعلمات قبل تركيب مخرج الهاتف وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا مديرة الروضة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب مديرة الروضة. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.

الأسئلة:

1 الشكل الآتي يبيّن دارة إلكترونية يتم تركيبها في مقبس الهاتف، بعد دراسة هذه الدارة، أجيب عن الأسئلة الآتية:



أ لماذا تستخدم هذه الدارة؟

ب أشرح آلية عمل هذه الدارة.

ج ما وظيفة المواسع 1.8µF في هذه الدارة؟

د ما وظيفة المقاومة 470 kΩ؟

هـ ما وظيفة العنصرSP في هذه الدارة؟

2 لماذا يعمل جهاز الهاتف بأي اتجاه يتم توصيله به بالمخرج، على الرغم من أن الجهد الواصل للمخرج هو جهد مستمر؟

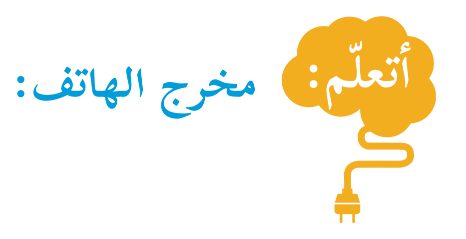
3 كم تبلغ قيمة الجهد المستمر الواصل لمخرج الهاتف عند عدم إجراء مكالمة هاتفية؟

4 لماذا يتراوح الجهد الكهربائي الواصل لخط الهاتف أثناء المكالمة الهاتفية من 70 - 130 فولت؟

5 ما ألوان الأسلاك الأربعة لكابل الهاتف؟

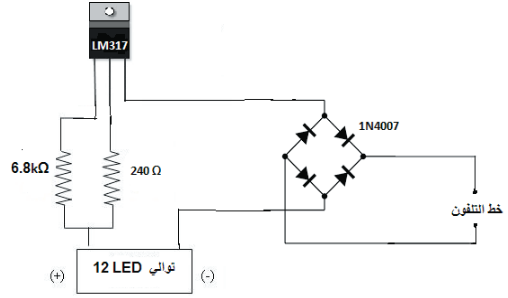
6 ماذا نعني بقولنا: إن مخرج الهاتف هو مخرج جهد منخفض؟

7 ما أنواع مخارج الهاتف من حيث التركيب؟



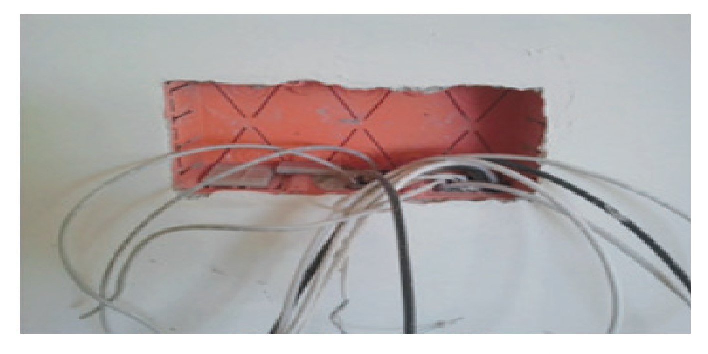
مخرج الهاتف:

نشاط: الدارة الآتية هي دارة إلكترونية، وللحصول على طاقة مجانية من مخرج الهاتف، أقوم ببناء الدارة، ثم أختبرها بإضاءة 12 ثنائي باعث للضوء LED موصولة على التوالي.



تصل خطوط المشتركين إلى علبة تجميع رئيسة للجهد المنخفض، ثم يتم توزيع خطين رئيسين لكل مشترك عبر مواسير منفصلة عن أية أنواع أخرى من التمديدات، خصوصاً في حال وجود عدد من المشتركين (شقق سكنية، أو محالّ تجارية) في البناية نفسها.

في الشقة الواحدة يتم توصيل جميع مخارج الهاتف الداخلية عبر مواسير تنطلق من نقطة رئيسة واحدة إلى جميع مخارج الهاتف، ويتم توصيل الأسلاك في جميع نقاط المخارج على التوازي، حيث يصل سلكا الهاتف إلى كل مخرج من نقطة مشتركة واحدة، ويمكن ربط كل مخرجين في مكان واحد.



شكل (1): علبة توزيع منزلية للجهد المنخفض

تحتوي كوابل الهاتف على أربعة أسلاك، وغالباً ما تكون ملونة (أحمر، وأخضر، وأصفر، وأسود)، وخط الهاتف يحتاج إلى سلكين فقط؛ لذا فالسلكان الآخران يكونان احتياطيّين، أو لخط آخر، وغالباً ما يستخدم اللونان الأحمر والأخضر للخط الأول، واللونان الأسود والأصفر للخط الآخر.

أنواع مخارج الهاتف:

يتم تركيب مخرج الهاتف داخل علبة مغمورة تحت القصارة، أو يركّب مكشوفاً في علبة فوق القصارة.



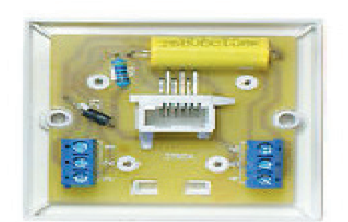
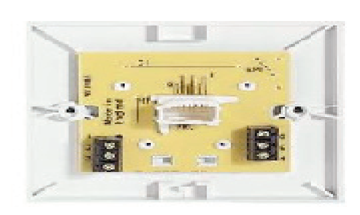

شكل (2): مخرج داخلي تحت القصارة



شكل (3): مخرج خارجي فوق القصارة

تركيب وتوصيل مخارج الهاتف:

يحوي مخرج الهاتف وصلة (كليمنت)، تحتوي على ست نقاط توصيل مرقمة من 1 - 6 على الترتيب، وعادة ما يتم توصيل خطَّي الهاتف إلى النقطتين (3، 4).

شكل (4): نقاط توصيل مخرج الهاتف (4،3) على كليمنت التجميع



تتراوح قيمة الجهد المستمر الواصل لمخرج الهاتف دون إجراء مكالمة هاتفية من 48 - 52 فولت، وأثناء المكالمة الهاتفية، يتراوح الجهد الكهربائي الواصل لخط الهاتف من 70 - 130 فولت، لذلك فإن العمل بمخرج الهاتف أثناء المكالمة الهاتفية دون قفازات يشكل تهديداً خطيراً للحياة!

أسلاك توصيل مخارج الهاتف:

تحتوي كوابل شبكة الهاتف على عدد كبير من الأسلاك ذات مِساحة مقطع تتراوح بين 0.4 – 1.5 ملم^2، ويتم اختيار الكابل بناء على عدد المشتركين بالنسبة لنقاط التوزيع الرئيسة، أما بالنسبة للتوزيع الخاص بالشقة الواحدة، فإنه يتم اختيار كابل ذي أربعة خطوط للتوصيل بين لوحة الجهد المنخفض وباقي نقاط مخارج الهاتف داخل المبنى على التوازي، وبعد إتمام عملية سحب الكابل للنقطة المحددة، نحتاج إلى مكبس خاص بوصلة الهاتف:

- مكبس RJ11: لكابل هاتف مكون من خطين فقط.
- مكبس RJ12: لكابل هاتف مكون من أربعة خطوط.

ومعظم المكابس المتوفرة في الأسواق تحتوي النوعين معاً RJ11 , RJ12


RJ11


BT431A


RJ12

شكل (5): نهاية أطراف وصلة الهاتف



شكل (6): مكبس RJ11 / RJ12

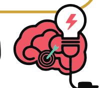
لفحص وصلات الهاتف من النوعين RJ11 , RJ12 نستخدم جهاز فحص وصلاتRJ11, RJ12 (وقد يحتوي الجهاز على فاحص لوصلات شبكة الحاسوب RJ 45، كما هو مبين في الشكل (7) الآتي:



شكل (7): جهاز فحص وصلات RJ45, RJ11

5 .3 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: توصيل مخارج شبكة الحاسوب وتركيبها.

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب مدير إحدى المؤسسات من أحد أصحاب الورش الفنية تركيب مخرج لشبكة الحاسوب في مكتبه.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحللها	• أجمع البيانات من مدير المؤسسة عن: بُعد مكان تركيب مخرج شبكة الحاسوب عن موزع الشبكة (hub/switch). عدد مخارج موزع الشبكة. عدد مخارج شبكة الحاسوب في المؤسسة. • أجمع البيانات عن: أنواع كوابل شبكة الحاسوب المواصفات الفنية لكوابل شبكة الحاسوب. طرق بناء شبكات الحاسوب. أنواع مخارج شبكة الحاسوب	• الحواروالمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: طلب مدير المؤسسة. كتالوجات عن مخارج شبكة الحاسوب. كتالوجات عن كوابل شبكة الحاسوب. • التكنولوجيا: الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. صور عن مخارج شبكة الحاسوب. صور عن كوابل شبكة الحاسوب. فيديو عن مخارج شبكة الحاسوب. فيديو عن كوابل شبكة الحاسوب.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: بُعد مكان تركيب مخرج شبكة الحاسوب عن موزع الشبكة (hub/switch). عدد مخارج موزع الشبكة. عدد مخارج شبكة الحاسوب في المؤسسة. أنواع كوابل شبكة الحاسوب المواصفات الفنية لكوابل شبكة الحاسوب. طرق بناء شبكات الحاسوب. أنواع مخارج شبكة الحاسوب • تحديد خطوات العمل: أختار كابل شبكة cat6 أو cat5 مناسب. سحب كابل cat 5. تثبيت الكابل cat 5 بمخرج شبكة الحاسوب RJ45. تركيب مخرج شبكة • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: كتالوجات عن مخارج شبكة الحاسوب. كتالوجات عن كوابل شبكة الحاسوب. البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: مواقع خاصة بمخارج وكوابل شبكة الحاسوب.

أُنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: □ استخدام تجهيزات قص الأسلاك وتعريتها. □ استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة. • سحب كابل cat 5 للتوصيل بين لوحة الجهد المنخفض ومدخل موزع شبكة الحاسوب (hub/ switch) في اللوحة المخصصة له. • سحب كابل cat 5 للتوصيل بين مخرج موزع شبكة الحاسوب (hub/ switch) ومخرج شبكة الحاسوب. • تثبيت الكابل cat 5 بمخرج شبكة الحاسوب RJ45. • تركيب مخرج شبكة الحاسوب RJ45 في علبة فوق القصارة. • تركيب غطاء مخرج شبكة الحاسوب الخارجي. • فحص صحة توصيل نهاية الكابل باستخدام جهاز فحص كوابل الشبكة RJ45 المخصص لذلك.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• كابل شبكة حاسوب مناسب. • مخرج شبكة حاسوب مناسب. • قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: □ كتالوجات عن مخارج وكوابل شبكة الحاسوب. □ طلب مدير المؤسسة. □ نشرات. □ صورمخارج وكوابل شبكة الحاسوب. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بمخارج وكوابل شبكة الحاسوب ذات مصداقية.
أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • سحب كابل cat 5 للتوصيل بين لوحة الجهد المنخفض ومدخل موزع شبكة الحاسوب (hub/ switch) في اللوحة المخصصة له. • سحب كابل cat 5 للتوصيل بين مخرج موزع شبكة الحاسوب (hub/ switch) ومخرج شبكة الحاسوب. • تثبيت الكابل cat 5 بمخرج شبكة الحاسوب RJ45. • تركيب مخرج شبكة الحاسوب RJ45 في علبة فوق القصارة. • تركيب غطاء مخرج شبكة الحاسوب الخارجي. • فحص صحة توصيل نهاية الكابل باستخدام جهاز فحص كوابل الشبكة RJ45 المخصص لذلك. • عمل مخرج شبكة الحاسوب. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب مدير المؤسسة. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.		• حاسوب. • الوثائق: □ كتالوجات مخارج وكوابل شبكة الحاسوب. □ صور مخارج وكوابل □ شبكة الحاسوب. □ طلب مدير المؤسسة. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بمخارج وكوابل شبكة الحاسوب ذات موثوقية.

أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: ▯ بُعد مكان تركيب مخرج شبكة الحاسوب عن موزع الشبكة (hub/switch). ▯ عدد مخارج موزع الشبكة. ▯ عدد مخارج شبكة الحاسوب في المؤسسة. ▯ أنواع كوابل شبكة الحاسوب. ▯ المواصفات الفنية لكوابل شبكة الحاسوب. ▯ طرق بناء شبكات الحاسوب. ▯ أنواع مخارج شبكة الحاسوب. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لمدير المؤسسة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين حالة مدير المؤسسة قبل وبعد تركيب مخرج لشبكة الحاسوب في مكتبه. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا مدير المؤسسة.	• الحواروالمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب مدير المؤسسة. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.



الأسئلة:

1. أبحث في الإنترنت عن خصائص كوابل شبكة الحاسوب من النوع cat 5، ثم أقارنها بالكوابل من النوع cat 6.

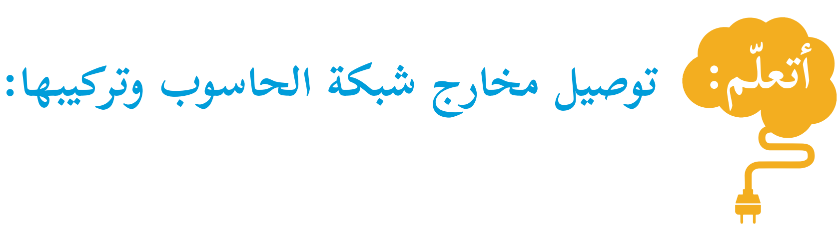


cat 6



cat 5E

2. ما وظيفة (hub / switch) في شبكات الحاسوب؟
3. كيف يمكن التمييز بين فتحة الهاتف وفتحة شبكة الحاسوب في مكبس نهايات أطراف شبكة الحاسوب؟
4. هل يجوز تمديد كوابل الهاتف وكوابل شبكة الحاسوب معاً في نفس الماسورة؟
5. ما مزايا الكابل المحوري السميك (thick) المستخدم في الشبكات الكبيرة؟
6. ما مزايا الكابل المحوري الرفيع (thin) المستخدم في الشبكات الصغيرة؟



أتعلّم: توصيل مخارج شبكة الحاسوب وتركيبها:

نشاط: باستخدام كابل شبكة حاسوب من النوع cat 5 ومكبس شبكة حاسوب RJ45، أقوم بعمل وصلة شبكة حاسوب RJ45، ثم أتأكد من صحة توصيل نهاية الكابل باستخدام جهاز فحص كوابل الشبكة المخصص لذلك (Cable tester).

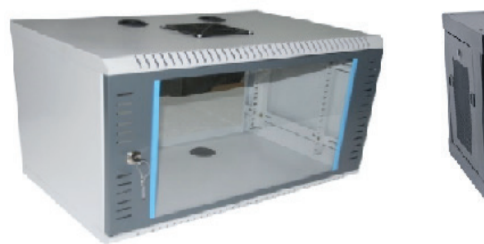


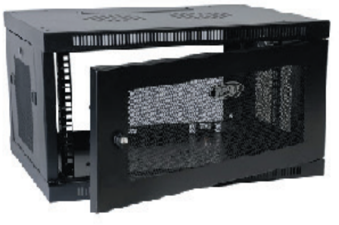
يتم تمديد شبكات الحاسوب، بحيث توزع مخارج الشبكة على أنحاء المبنى بشكل يضمن توفرها في كل مكان، ويتم ذلك من خلال موزع شبكة (hub / switch).



شكل (1): موزع شبكة Switch/ hub

يثبت موزع الشبكة (hub / switch) في لوحة تجميع خاصة (كلوحة 6u)، الذي يحتاج إلى مخرج قدرة 220 فولت لتشغيله، ويركّب في مكان قريب منه، أو داخل لوحة التجميع الخاصة، وتخرج منه كوابل الشبكة إلى المخارج المختلفة، ويتم تحديد نوعها وعددها وَفق عدد المخارج المطلوبة في مخطط المبنى المرفق.





شكل (2): لوحة تجميع 6u

ويمكن تمديد كوابل الهاتف وشبكة الحاسوب في المواسير نفسها، وتركيبهما معاً في علبة التجميع نفسها؛ لأنهما يُعدّان من كوابل الجهد المنخفض، ولا يتأثر أيّ منهما بالآخر.

كوابل شبكة الحاسوب:

تختلف كوابل شبكة الحاسوب المستخدمة من حيث النوع، إلا أن أكثرها استخداما هو (cat 5 , cat 6)، وتتميز بسرعة نقلها للبيانات، وتحتوي جميعها في الغالب على أربعة أزواج من الأسلاك ذات الألوان المختلفة، وتكون محمية ومحاطة بطبقة من القصدير؛ لمنع التشويش، وتغلّف هذه الطبقة بعازل خارجي، وتعرّى نهايات أطراف هذه الكوابل من الطرفين لتتصل بالموزع من جهة، ومن الجهة الأخرى بمخرج الشبكة من خلال وصلة RJ45.



شكل (3): كوابل شبكة الحاسوب

أنواع الكوابل المحورية المستخدمة في شبكة الحاسوب:

1. **الكابل المحوري الرفيع (Thin):** يصل قُطره إلى 0.6 سم، ويستخدم في الشبكات الصغيرة، ويمتاز بالتكلفة القليلة، وسرعة نقل البيانات العالية.

2. **الكابل المحوري السميك (Thick):** يصل قُطره إلى 1.2 سم، ويستخدم هذا النوع في الشبكات الكبيرة، وهو ذو تكلفة أعلى، وسرعة نقل بيانات أعلى من الكابل المحوري الرفيع.

عيوب الكوابل المحورية:

1. صعوبة تمديدها.
2. صعوبة صيانتها.
3. ارتفاع ثمنها بالمقارنة مع الكوابل المجدولة.

ميزات الكوابل المحورية:

1. ذات مدى ترددي عالٍ؛ ممّا يعني أنها قادرة على نقل بيانات أكبر.
2. قدرتها علي حماية البيانات المنقولة من التداخل.

مكبس نهايات أطراف كابل الشبكة:

يستخدم المكبس في تجهيز أطراف أسلاك شبكة الحاسوب والهاتف، ويمكن التمييز بين الفتحتين الموجودتين في المكبس، واللتين تستعملان في تجهيز نهايات أطراف أسلاك الهاتف، ونهايات أطراف أسلاك شبكة الحاسوب من خلال حجم فتحة كبس طرف كابل الشبكة التي تعدّ أكبر حجماً.

ومعظم مكابس نهايات أطراف كابل الشبكة الحديثة تحتوي على فتحات RJ11, RJ12, RJ45.



شكل (4): مكبس نهايات أطراف كابل الشبكة

ويتم التأكد من صحة توصيل نهاية الكابل باستخدام جهاز فحص كوابل الشبكة المخصص لذلك (Cable tester).



شكل (5): جهاز فحص كوابل شبكة الحاسوبRG45

4.5 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: توصيل مخارج التلفاز والستالايت وتركيبها.

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب مدير إحدى الشركات من أحد أصحاب الورش الفنية توصيل مخرج للستالايت وتركيبه في غرفة الحرّاس في الشركة.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من مدير الشركة عن: ▫ نوع مخرج الستالايت الذي يريد تركيبه في غرفة الحرّاس. ▫ وجود مخرج للتلفاز في غرفة الحرّاس أم لا. ▫ عدد مخارج التلفاز والستالايت في الشركة. • أجمع البيانات عن: ▫ أنواع مخارج الستالايت. ▫ أنواع كوابل توصيل التلفاز والستالايت. ▫ كيفية تجهيز علبة التجميع الرئيسة لخطوط التلفاز والستالايت.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب مدير الشركة. ▫ كتالوجات حول مخارج وكوابل التلفاز والستالايت. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية،والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ صور عن مخارج وكوابل التلفاز والستالايت. ▫ فيديو عن مخارج التلفاز والستالايت وكوابلهما.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: ▫ عدد مخارج الستالايت في الشركة. ▫ أنواع مخارج الستالايت. ▫ أنواع كوابل توصيل التلفاز والستالايت. ▫ كيفية تجهيز علبة التجميع الرئيسة لخطوط التلفاز والستالايت. • تحديد خطوات العمل: ▫ سحب كابل RG6. ▫ تثبيت كابل RG6 بمخرج الستالايت. ▫ تركيب مخرج الستالايت. ▫ تركيب غطاء مخرج الستالايت الخارجي. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: ▫ كتالوجات عن مخارج التلفاز والستالايت، وكوابلهما. ▫ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: ▫ مواقع خاصة بمخارج التلفاز والستالايت وكوابلهما ذات مصداقية.

أُنفِّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: □ استخدام تجهيزات قص الأسلاك وتعريتها. □ استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة. • سحب كابل RG6 للتوصيل بين لوحة الجهد المنخفض ومخرج الستالايت. • تثبيت كابل RG6 بمخرج الستالايت. • تركيب مخرج الستالايت في علبة فوق القصارة. • تركيب غطاء مخرج الستالايت الخارجي.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• مخرج ستالايت مناسب. • كابل ستالايت مناسب. • قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: □ كتالوجات عن مخارج وكوابل الستالايت. □ طلب مدير الشركة. □ نشرات. □ صور لمخارج وكوابل التلفاز والستالايت. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بمخارج وكوابل التلفاز والستالايت ذات مصداقية.
أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • سحب كابل RG6 للتوصيل بين لوحة الجهد المنخفض ومخرج الستالايت. • تثبيت كابل RG6 بمخرج الستالايت. • تركيب مخرج الستالايت في علبة فوق القصارة. • تركيب غطاء مخرج الستالايت الخارجي. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب مدير الشركة. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (لعب الأدوار). • الحوار والمناقشة.	• حاسوب • الوثائق: □ كتالوجات عن مخارج وكوابل التلفاز والستالايت. □ صور مخارج وكوابل التلفاز والستالايت. □ طلب مدير الشركة. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بمخارج التلفاز والستالايت وكوابلهما ذات موثوقية.

أُوثِّق، وأُقدِّم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: ▫ عدد مخارج الستالايت والتلفاز في الشركة. ▫ أنواع مخارج الستالايت. ▫ أنواع كوابل توصيل التلفاز والستالايت. ▫ كيفية تجهيز علبة التجميع الرئيسة لخطوط التلفاز والستالايت. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لمدير الشركة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أُقوِّم	• المقارنة بين حالة الحرّاس قبل توصيل مخرج للستالايت وتركيبه في غرفتهم، وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا مدير الشركة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب مدير الشركة. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.



الأسئلة:

1. يبيّن الشكل الآتي نوعين من كوابل التلفاز والستالايت، أبحث في الإنترنت عن مواصفات كل نوع منها، وعن مجالات استخدامه:

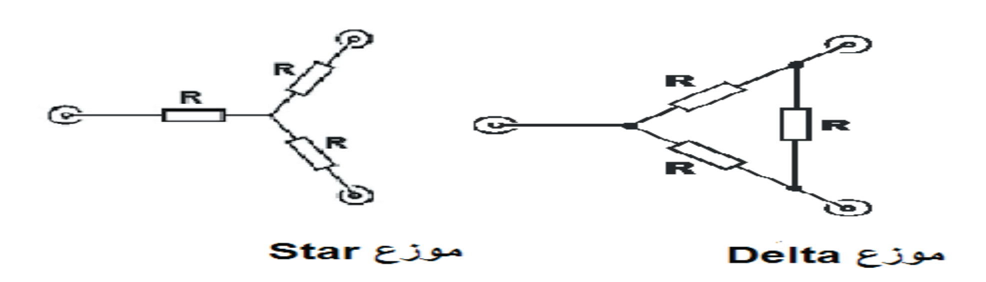


2. ما وظيفة الأسلاك الشعرية في الكوابل المحورية؟
3. أبحث في الإنترنت عن الاختصار LNB.
4. ماذا يحدث إذا تلامست الأسلاك الشعرية في الكوابل المحورية بالسلك المحوري الصلب؟
5. ما ارتفاع مخرج التلفاز والستالايت؟
6. ما العلاقة بين عدد الأسلاك الشعرية ونوعية الكابل المحوري؟



مخارج التلفاز و الستالايت:

نشاط: الشكل الآتي يظهر نوعين من موزعات إشارة الستالايت Satellite Splitter، أبحث في الإنترنت عن هذين النوعين، وعن قيمة المقاومة R في كلا النوعين:



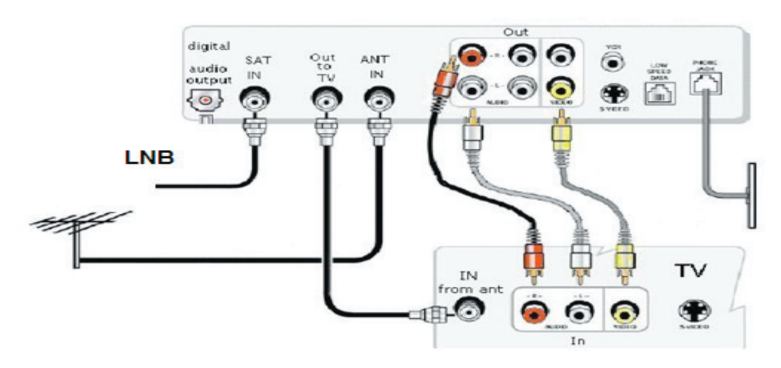
تعدّ تمديدات التلفاز والستالايت جزءاً من تمديدات الجهد المنخفض LV، حيث لا تختلف التمديدات الخاصة بالتلفاز والستالايت كثيراً عن التمديدات الخاصة بالهاتف، حيث تخرج كوابل التلفاز أو الستالايت من لوحة الجهد المنخفض إلى كل مخرج تلفاز أو ستالايت في المبنى، بحيث يتم توصيل المخارج جميعها على التوازي، ويتم سحب الكابل القادم من هوائي التلفاز أو لاقط الستالايت على سطح المبنى داخل ماسورة إلى لوحة الجهد المنخفض إلى كل مخرج تلفاز أو ستالايت في المبنى.

نظام التمديدات الخاص بالتلفاز منفصل عن نظام التمديدات الخاص بالستالايت، والشكل (1) الآتي يظهر نموذجاً لمثل هذه الأنظمة:



شكل (1): نظام التمديدات الخاص بالتلفاز والستالايت

يوصل التلفاز عادة إلى الرسيفر كما هو مبين في الشكل (1)، ويمكن أن ينتهي كابل الهوائي إلى الرسيفر، حيث يوجد له مخرج أو يوصل مباشرة مع التلفاز، والشكل (2) الآتي يُظهر التوصيلات الخاصة بأحد أنواع الرسيفرات مع كل من الهوائي والتلفاز:



شكل (2): توصيل الريسيفر مع الهوائي والتلفاز

توجد أشكال مختلفة من مخارج التلفاز والستالايت كما يظهر في الشكل (3) الآتي، حيث تركب هذه المخارج في علب مناسبة لنوع هذه المخارج، وشركتها، ويكون ارتفاع مخارج التلفاز والستالايت بارتفاع مخارج القدرة (الأباريز) نفسه، وعادة ما تكون على ارتفاع 60 سم فوق سطح البلاط، أو كما تحددها المواصفات الهندسية، أو المخططات المرفقة:



شكل (3): مخارج التلفاز والستالايت

كوابل التلفاز والستالايت: هي كوابل محورية (Coaxial Cables) ذات موصل نحاسي معزول متمركز في الوسط، ومحاط بشبكة من أسلاك شعرية مصنوعة من الفولاذ أو النحاس، وظيفتها حماية المحور من تأثير التداخل الكهرومغناطيسي، والإشارات التي تتسرب من الأسلاك،

وكلما زاد عدد الأسلاك الشعرية، كانت نوعية الكابل أفضل، ويغلف الكابل بعازل نهائي واقٍ مصنوع من المطاط أو البلاستيك. ويبيّن الشكل (4) الآتي تركيب الكابل المحوري الخاص بالتلفاز:



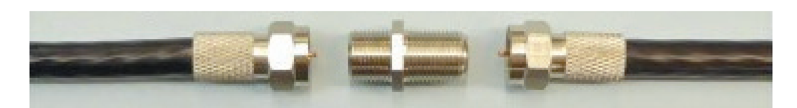
شكل (4): تركيب الكابل المحوري الخاص بالتلفاز

وبعد إتمام عملية سحب الكابل للنقطة المحددة، نحتاج إلى مكبس خاص بوصلة التلفاز أو الستالايت.



شكل (5): مكبس نهاية كابل التلفاز

ويبيّن الشكل (6) الآتي طريقة توصيل كابلين معاً باستخدام وصلة إضافية، ويجب مراعاة عدم تلامس أسلاك الشعرات مع الجزء الخاص بالسلك المحوري الصُّلب؛ منعاً للتشويش، ولتوفير الوضوح في الصورة والصوت للإشارة الداخلة:



شكل (6): طريقة توصيل كابلين معاً باستخدام وصلة إضافية

ولتوزيع الإشارة إلى أكثر من جهاز استقبال، تستخدم مجموعة من الموزعات (Splitters).



شكل (7): موزع الإشارة Splitter

5.5 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: تركيب كاميرات المراقبة:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب صاحب منزل من أحد أصحاب الورش الفنية تركيب كاميرات مراقبة في منزله الواقع في منطقة نائية.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من صاحب المنزل عن: ▫ الهدف من تركيب الكاميرات. ▫ نوعية الكاميرات المطلوب تركيبها. ▫ عدد الكاميرات المطلوب تركيبها. • أجمع البيانات عن: ▫ أنواع كاميرات المراقبة. ▫ أنواع كوابل كاميرات المراقبة. ▫ أنواع وحدات تغذية كاميرات المراقبة.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب صاحب المنزل. ▫ كتالوجات عن كاميرات المراقبة. ▫ كتالوجات عن كوابل أنظمة المراقبة. ▫ كتالوجات عن وحدات تغذية كاميرات المراقبة. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ صور عن كاميرات المراقبة. ▫ صور عن كوابل أنظمة المراقبة. ▫ فيديو عن أنظمة كاميرات المراقبة.

أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن:	• الحوار والمناقشة.	• الوثائق:
	□ الهدف من تركيب الكاميرات. □ نوعية الكاميرات المطلوب تركيبها. □ عدد الكاميرات المطلوب تركيبها. □ أنواع كاميرات المراقبة. □ أنواع كوابل كاميرات المراقبة □ أنواع وحدات تغذية كاميرات المراقبة. • تحديد خطوات العمل: □ تجهيز الكوابل المحورية بوصلات BNC. □ اختيار جاهزية الكوابل للاستخدام. □ تركيب مصدر التغذية المشترك (لوحة التوزيع الخاصة بنظام كاميرات المراقبة) وتوصيله. □ تركيب الكاميرات بمختلف أنواعها وتوصيلها بكوابل التغذية وكوابل الإشارة المحورية. □ توصيل كاميرات المراقبة بجهاز تسجيل الفيديو الرقمي وشاشة العرض.	• التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	□ كتالوجات عن كاميرات المراقبة. □ كتالوجات عن كوابل أنظمة المراقبة. □ كتالوجات عن وحدات تغذية كاميرات المراقبة. □ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بكاميرات المراقبة ذات مصداقية.

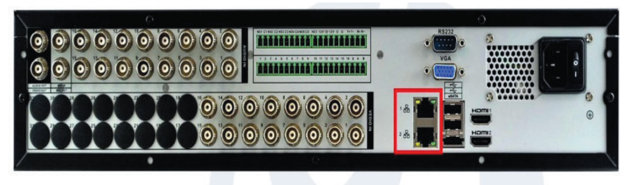
أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: □ استخدام تجهيزات قص الأسلاك الكهربائية وتعريتها. □ استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة لسحب وتمديد الكوابل المحورية. • تثبيت صندوق التغذية على الحائط باستخدام البراغي. • تجهيز كابل التغذية الرئيس220 فولت، ووصله. • تمديد الكوابل من مواقع الكاميرات إلى موقع صندوق التغذية. • تركيب فيوزات الحماية الخاصة بكل كاميرا في صندوق التوزيع. • وصل الطرف الموجب والطرف السالب لكابل تغذية الكاميرات بمصدر التغذية المشترك. • تشغيل مفتاح الكهرباء الموجود داخل الصندوق.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• كوابل محورية. • وصلات BNC. • مكبس خاص بوصلات BNC. • محولات كهرباء خاصة بالكاميرات وبجهاز تسجيل الفيديو الرقمي DVR. • حوامل كاميرات ثابتة ومتحركة. • صندوق توزيع ذو عدة مخارج.
أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب المنزل. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (مجموعات عمل). • الحوار والمناقشة.	• طلب صاحب المنزل. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية. • مخطط توصيل كاميرات المراقبة. • حاسوب. • الإنترنت (مواقع خاصة بأنظمة المراقبة).

أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات: □ الهدف من تركيب الكاميرات. □ نوعية الكاميرات المطلوب تركيبها. □ عدد الكاميرات المطلوب تركيبها. □ أنواع كاميرات المراقبة. □ أنواع كوابل كاميرات المراقبة. □ أنواع وحدات تغذية كاميرات المراقبة. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب المنزل. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين وضع المنزل قبل تركيب كاميرات المراقبة، وبعدها. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب المنزل.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب المنزل. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.



الأسئلة:

1. الصورة المجاورة هي لجهاز تسجيل فيديو رقمي Digital Video Recorder-DVR، أقوم بكتابة تقرير عن المواصفات الفنية لهذا الجهاز.



- 16 Video Inputs
- 16 Audio Inputs
- 2 Way Audio
- PTZ control via RS485
- 16 Alarm Inputs
- 6 Relay Outputs
- 2 RJ45 Network Connections

2. ما أنواع كاميرا المراقبة؟
3. ما مزايا كاميرا القبة؟
4. ماذا تعني الاختصارات الآتية في كاميرات المراقبة: Pan , PTZ , Tilt , Zoom؟
5. ما مزايا كاميرا الصندوق؟
6. ما مزايا كاميرا الرصاصة؟



كاميرات المراقبة

نشاط: الصورة المجاورة هي لكاميرا مراقبة، أتمعن الصورة جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:



1. ما نوع الكاميرا التي تحمل الرقم (1)؟
2. ما نوع الكاميرا التي تحمل الرقم (2)؟
3. ما مزايا الكاميرا (1) بالمقارنة مع الكاميرا (2)؟
4. ما مزايا الكاميرا (2) بالمقارنة مع الكاميرا (1)؟
5. ما عيوب كل من الكاميراتين؟

يتكون نظام كاميرات المراقبة من العناصر الأساسية الآتية:

1. **المشهد (البيئة):** المكان المراد مراقبته.
2. **كاميرات المراقبة:** ووظيفتها تصوير المشهد المراد نقله.
3. **كوابل نقل الإشارة:** ووظيفتها نقل إشارة الصورة من الكاميرا إلى شاشة العرض.
4. **معدات إدارة النظام وبرمجياته:** وظيفتها استقبال الإشارات من الكاميرات، وتحويلها إلى الصيغة المناسبة، إن لزم الأمر، وضغطها، وتخزينها، وأرشفتها، وإتاحة الرجوع إلى ما سجلته كاميرات المراقبة عبر اختيار التاريخ، والساعة، واليوم، بالإضافة إلى طباعة أيّ من تلك التسجيلات، أو نسخها عند الحاجة.
5. **أجهزة العرض:** تقوم بعرض ما سجلته كاميرات المراقبة، مع إمكانية عرض أكثر من كاميرا على الشاشة نفسها.

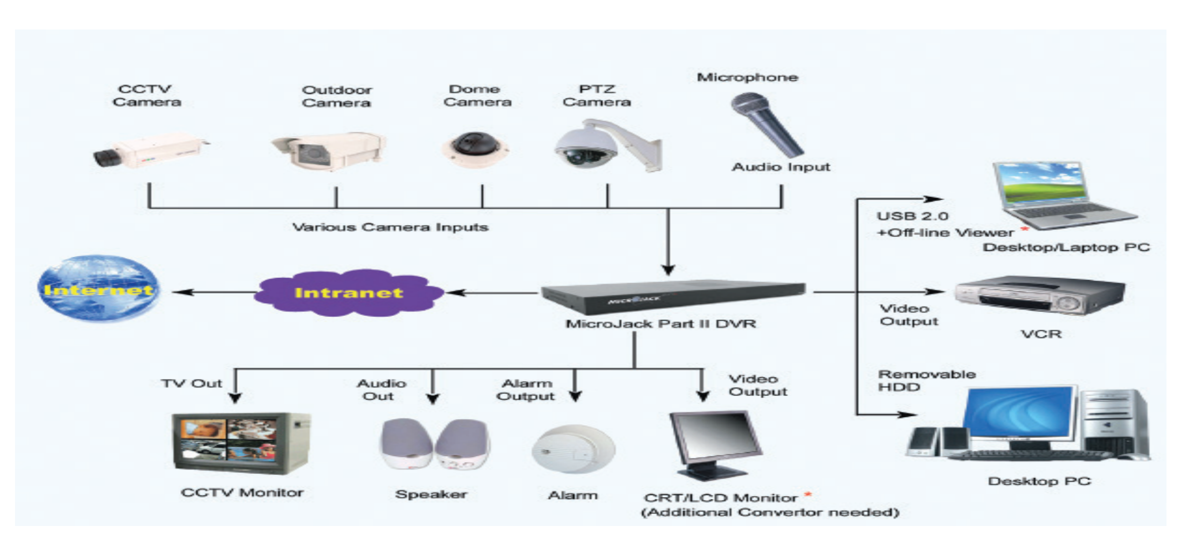
ويمكن تصنيف نظم كاميرات المراقبة المتداولة حالياً في الأسواق إلى ثلاثة نظم أساسية، هي:

أ. نظام كاميرات المراقبة المستقل، ويتكون من:

1. كاميرات مراقبة متنوعة (ثابتة، ومتحركة، ليلية، ونهارية).
2. جهاز تسجيل رقمي Digital Video Recorder - DVR: يعمل على تحويل إشارات الكاميرات التماثلية Analog إلى إشارات رقمية Digital، وضغطها، وتخزينها على أقراص صُلبة داخل الجهاز، كما يتيح الرجوع إلى ما سجلته كاميرات المراقبة عبر اختيار التاريخ، والساعة، واليوم، إلى جانب طباعة أيّ من تلك التسجيلات التي عادة ما تكون موثقة، أو نسخها.

3. شاشة عرض، ووظيفتها عرض المشاهد التي تم تصويرها بكاميرات المراقبة على الشاشة، مع إمكانية عرض عدة كاميرات على الشاشة نفسها في آن واحد.
4. وحدات التغذية: تغذية الكاميرات بالطاقة الكهربائية.
5. وسائط نقل؛ لإرسال إشارة الصورة، وتستخدم في هذا المجال الكوابل المحورية، والكوابل الثنائية المجدولة المستخدمة في شبكات الحاسوب، كما يمكن استخدام البث اللاسلكي أيضاً.
6. يمكن وصل النظام بالإنترنت من خلال جهاز توجيه Router؛ ما يتيح المراقبة من خلال أجهزة حاسوب، أو الأجهزة اللوحية، أو الهواتف الذكية المتصلة بشبكة الإنترنت.
7. يمكن إضافة لوحات تحكم بالكاميرات المتحركة تتيح لمشغل النظام توجيه الكاميرا المتحركة بسرعة وسهولة على الهدف المطلوب، وتركيزها.
8. يمكن إضافة كواشف، ومنبهات إنذار متنوعة؛ للحصول على نظام مراقبة، وإنذار متكامل.

ويبيّن الشكل (1) الآتي مكونات نظام كاميرات المراقبة المستقل.



شكل(1): مكونات نظام كاميرات المراقبة المستقل

ب. نظام كاميرات المراقبة المبني على أساس الحاسوب:

يتكون نظام كاميرات المراقبة المبني على أساس الحاسوب من العناصر الآتية:

1. كاميرات مراقبة متنوعة (ثابتة، ومتحركة، ليلية، ونهارية).
2. بطاقة تسجيل رقمية (Digital Video Recorder Card-DVR Card)، بالإضافة إلى برمجيات مناسبة، تعمل على تحويل إشارات الكاميرات التماثلية Analog إلى إشارات رقمية Digital، وضغطها، وتخزينها لفترات طويلة على أقراص صُلبة داخل الحاسوب، كما تتيح الرجوع إلى ما سجلته كاميرات المراقبة عبر اختيار التاريخ، والساعة، واليوم، إلى جانب طباعة، أيّ من تلك التسجيلات التي عادة ما تكون موثقة، أو نسخها.
3. شاشة عرض، ووظيفتها عرض المشاهد التي تم تصويرها بكاميرات المراقبة على الشاشة، مع إمكانية عرض عدة كاميرات على الشاشة نفسها في آن واحد.
4. وحدات التغذية: تغذية الكاميرات بالطاقة الكهربائية.
5. وسائط نقل إشارة الصورة، وإرسالها، وتستخدم في هذا المجال الكوابل المحورية، والكوابل الثنائية المجدولة المستخدمة في شبكات الحاسوب، كما يمكن استخدام البث اللاسلكي أيضاً.
6. يمكن وصل النظام بالإنترنت من خلال جهاز توجيه (Router)؛ ما يتيح المراقبة من خلال أجهزة الحاسوب، أو الأجهزة اللوحية، أو الهواتف الذكية المتصلة بشبكة الإنترنت. ويبيّن الشكل(2) الآتي مكونات نظام كاميرات المراقبة المبني على أساس الحاسوب.



شكل(2): مكونات نظام كاميرات المراقبة المبني على أساس الحاسوب

أقسام كاميرات المراقبة:

تقسم كاميرات المراقبة:

1. وَفق إضاءة موقع العمل: ليلي، ونهاري.
2. وَفق الظروف البيئية: مطري مقاوم للحرارة، ومقاوم للرصاص.
3. وَفق المِساحة المراد تغطيتها: ثابتة، ومتحركة.
4. وَفق التقنية الإلكترونية المستخدمة: تماثلية، ورقمية.
5. وَفق أسلوب الإرسال: سلكية، ولاسلكية، وكاميرات بروتوكول الإنترنت.

أنواع كاميرات المراقبة:

1. **كاميرا القبة (Dome Camera):** سميت كاميرا القبة بهذا الاسم؛ لأنها تثبت داخل قبة داكنة؛ ما يجعلها غير مرئية من الخارج، ويتم توجيهها، وضبط تركيزها يدوياً، وهي الخيار الأفضل دائماً، ما دام ذلك ممكناً، ومن أهم ميزاتها:

أ. تصميمها يجعلها تنسجم مع المكان، ونادراً ما يلاحظها الزوار، وفي حالة ملاحظتها يصعب تحديد اتجاه عدستها.

ب. سهلة التركيب على الأسقف.

ج. متوفرة بخاصية الرؤيا الليلية بالأشعة تحت الحمراء.

د. متوفرة بأجسام بلاستيكية، أو معدنية؛ ما يجعلها مقاومة للتخريب، والعبث.

تستخدم كاميرات القبة في الأماكن العامة، مثل قاعات الانتظار، ومحطات الحافلات، وغيرها من المناطق التي يوجد فيها تجمع كبير من الناس.

أما أهم عيوبها، فهي كونها صغيرة الحجم، ويصعب تركيب العدسات ذات البعد البؤري 50 ملم فأكثر داخل قبتها القياسية؛ ما يجعلها غير ملائمة لمراقبة المسافات الطويلة. ويبيّن الشكل (3) الآتي أنواعاً مختلفة من كاميرا القبة.



شكل(3): أنواع مختلفة من كاميرا القبة

2. **كاميرا الصندوق** (Box Camera): وقد سميت بهذا الاسم؛ لأنها تأتي على شكل صندوق، ومن أهم ميزاتها:

أ. مناسبة لتركب على الجدران، والأسطح العمودية.

ب. يمكن تزويدها بعدسات طويلة؛ ما يجعلها مناسبة لمراقبة المسافات الطويلة.

ج. يمكن تركيبها داخل صناديق حاضنة؛ ما يجعلها مقاومة للتخريب، والعبث.

د. متوفرة بخاصية الرؤيا الليلية بالأشعة تحت الحمراء. ويبيّن الشكل (4) الآتي أنواعاً مختلفة من كاميرا الصندوق.



شكل(4): أنواع مختلفة من كاميرا الصندوق

3. **كاميرا الرصاصة** (Bullet Camera): تأتي على شكل رصاصة، أو قذيفة يمكن توجيهها باتجاه الموقع المراد مراقبته، ومن أهم ميزاتها:

أ. مناسبة لمراقبة المسافات القصيرة، والمتوسطة.

ب. غير مناسبة للمناطق منخفضة الإضاءة.

ج. بحكم حجمها الصغير، فهي أقل جودة من الكاميرات التقليدية. ويبيّن الشكل (5) الآتي أنواعاً مختلفة من كاميرا الرصاصة.



شكل(5): أنواع مختلفة من كاميرا الرصاصة

4. الكاميرات الخارجية (Outdoor Camera):

يتمثل الفرق الأساسي بين الكاميرات الداخلية والخارجية في أنّ الكاميرات الخارجية تكون مجهزة لمقاومة التخريب المتعمد، والظروف الجوية السيئة من أمطار، وثلوج، وصقيع، ورطوبة، ورمال، وغبار، وتثبت داخل صناديق معدنية حاضنة، ويمكن تزويد الزجاج الأمامي لهذه الصناديق بسخانات، ومسّاحات، كما هو الحال في زجاج المركبات، ومن ناحية أخرى يجب أن تكون الكاميرات الخارجية من النوع المناسب لظروف الإضاءة المنخفضة أثناء فترة الليل، ومن المفضل أن تكون مزودة بتقنيات الرؤيا الليلية. ويبيّن الشكل (6) الآتي أنواعاً مختلفة من الكاميرات الخارجية.



شكل (6): أنواع مختلفة من الكاميرات ا لخارجية

5. كاميرات الرؤيا الليلية بالأشعة تحت الحمراء Infra-red Camera:

تحتاج الكاميرات العادية إلى نسبة إضاءة خارجية؛ حتى تتمكن من التصوير ليلاً، أما كاميرات الرؤيا الليلية بالأشعة تحت الحمراء فهي تصور ليلاً بكل وضوح، بالأسود، والأبيض، دون الحاجة إلى إضاءة خارجية، وتضيء هذه الكاميرات المكان بالأشعة تحت الحمراء غير المرئية بوساطة مجموعة من الثنائيات الباعثة للأشعة تحت الحمراء، مركّبة على إطار مقدمتها، وكلما زاد عدد الثنائيات الباعثة للأشعة تحت الحمراء المستخدمة في إضاءة المكان، اتسعت المِساحة التي تغطيها الكاميرا.

وتستخدم في هذا المجال عدة أنواع من الثنائيات الباعثة للأشعة تحت الحمراء، تعمل بترددات مختلفة؛ ما قد يجعلها تشع توهجاً باللون الأحمر، أو البرتقالي، ويمكن معالجة هذا القصور باستخدام الثنائيات عالية الجودة الباعثة للأشعة تحت الحمراء عند ترددات غير مرئية تماماً، ولكنها مرتفعة الثمن. ومن الجدير بالذكر أنه يمكن استخدام مشعات خارجية للأشعة تحت الحمراء. ويبيّن الشكل (7) الآتي كاميرا الرؤيا الليلية بالأشعة تحت الحمراء.



شكل(7): كاميرا الرؤية الليلية بالأشعة تحت الحمراء

6. الكاميرا المتحركة camera (PTZ) (Pan , Tilt , Zoom):

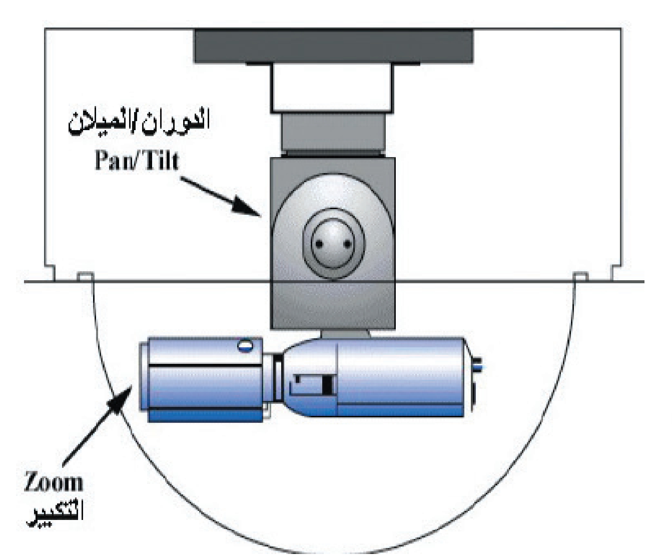
هي كاميرات ذكية، ويمكن برمجتها للقيام بجولات دورية لتصوير المكان، وفي حالة حدوث إنذار يمكنها الدوران بسرعة باتجاه مكان محدد، وتتبع الهدف بشكل أوتوماتيكي (Auto Tracking) إن لزم الأمر، قبل مواصلة جولاتها الدورية. تزود الكاميرا المتحركة بمحركات تسمح بتوجيهها نحو الهدف المراد مراقبته عن بُعد، كما يزود نظامها البصري بآلية تتيح التحكم بالتكبير، والتصغير (zoom) عن بُعد أيضا، ويمكن تفسير المصطلحات التي تعطي الكاميرا اسمها (Zoom ,Tilt , Pan) على النحو الآتي:

- الدوران في المجال الأفقي يمينا ويساراً (Pan).
- تعديل الميلان الرأسي (Tilt).
- التكبير، والتصغير (Zoom).

يتم التحكم بالكاميرا المتحركة عن طريق أجهزة التسجيل الرقمية (DVR) التي تدعم كاميرات المراقبة المتحركة (PTZ)، كما يمكن توصيلها بلوحة تحكم خاصة.

وتصلح كاميرات المراقبة المتحركة (PTZ) للمناطق الداخلية، أو الخارجية الواسعة، مثل المصانع، ومراكز التسوق الكبرى، مع توفر غرفة قيادة يشرف عليها عدد من رجال الأمن المتخصصين. ويبيّن الشكل (8) الآتي الكاميرا المتحركة (PTZ):





شكل(8): الكاميرا المتحركة .PTZ

7. كاميرات البعد البؤري المتغير وفتحة القزحية الأتوماتيكية (Varifocal & Auto Iris Cameras):

تمتلك كاميرات البعد البؤري المتغير عدسة قابلة للضبط يدوياً؛ ما يسمح بضبط مجال رؤية الكاميرا، والتكبير، والتصغير (Zoom)؛ للحصول على صورة مثالية، أما خاصية فتحة التعريض/ الحدقية الأتوماتيكية (auto iris) فتسمح بتعديل فتحة الحدقية أوتوماتيكياً؛ لمعادلة التغيرات المستمرة في مستوى الإضاءة (فتح الأبواب، والنوافذ،... إلخ).

يوصى باستخدام كاميرات البعد البؤري المتغير؛ لمراقبة المناطق التي تحتاج إلى دقة، مثل صندوق المحاسبة/ الكاش (cash registers)، ومداخل موقف السيارات. ويبيّن الشكل (9) الآتي كاميرا البعد البؤري المتغير وفتحة القزحية الأتوماتيكية:



شكل(9): كاميرا البعد البؤري المتغير وفتحة القزحية الأوتوماتيكية

8. كاميرات الإنترنت (IP): وهي نوع متقدم من أنواع الكاميرات، تستخدم بروتوكول IP (البروتوكول المستخدم في الإنترنت والبريد الإلكتروني، والويب، وغيرها)، كما يطلق على هذا النوع من الكاميرات اسم كاميرات الشبكة، ويرجع ذلك؛ لكون الكاميرا مزودة بمنفذ شبكة يسمح بتوصيلها إلى شبكة الحاسوب، ويتم وصل الكاميرا مباشرة، مع الشبكة المحلية، أو الخارجية للإنترنت، من خلال كابل خاص يسمى (Ethernet cable)، يوصل بموجهات الإنترنت (Router or Switch)، وتعطى كل كاميرا عنواناً منفرداً يسمى (IP)، وقد انتشرت مؤخراً الكاميرات اللاسلكية التي تدعم هذه التكنولوجيا.

تقوم كاميرات (IP) بإرسال الصور، والبيانات، أو إرشادات التحكم عن طريق اتصال Ethernet عالي السرعة، وتعمل كاميراتIP ضمن شبكة محلية LAN، أو شبكة واسعة WAN؛ حيث يتم ربط نظام المراقبة المكون من عدة كاميرات (IP) موزعة في أماكن متعددة في الشبكة؛ ما يتيح عملية المراقبة من خلال أجهزة حاسوب متصلة بشبكة الإنترنت.

يتيح هذا النوع من الكاميرات لأصحاب المنازل والمنشآت مشاهدة ما تقوم الكاميرا، بتسجيله من أيّ مكان، وفي أي زمان، باستخدام جهاز حاسوب متصل بالإنترنت، أو باستخدام هواتف الجيل الثالث المتطورة؛ ما يتيح للمستخدمين سهولة مراقبة ممتلكاتهم المهمة، بغض النظر عن أماكن تواجدهم، ودون حصر مكان المراقبة في غرفة معزولة. ويبيّن الشكل (10) الآتي كاميرات الإنترنت (IP).



شكل (10): كاميرات الإنترنت (IP)

اختيار مواقع تركيب الكاميرات:

يُعدّ موقع كاميرا المراقبة ركناً من أهم أركان نظام المراقبة المثالي والناجح، فتركيب كاميرا المراقبة في الموقع المناسب يعطي مِساحة تغطية أكبر، ويقلل من عدد الكاميرات المطلوبة؛ لذلك يجب أن يكون اختيار موقع تركيب الكاميرا وَفق الآتي:

1. إذا كان المكان المطلوب مراقبته مغلقاً، ويحتوي على سقف ساقط، فأنسب نوع هو كاميرات المراقبة التي تسمى القبة (Dome)، وهي كاميرات نصف دائرية، يتم تثبيتها على الأسقف، ويتم تمديد جميع الأسلاك لتكون مخفية.
2. في حالة تركيب كاميرات مراقبة خارجية؛ لتأمين منزل محاط بأسوار، فمن الخطأ تثبيت كاميرات المراقبة على الأسوار الخارجية إذا كان ارتفاع الأسوار أقل من 5 أمتار، وفي أغلب الأحوال فإنّ ارتفاع السور في البيوت المستقلة لا يزيد عن 3 أمتار، وفي هذه الحالة يجب تركيب الكاميرات على المنزل نفسه، وعلى ارتفاع مناسب، وتوجيهها نحو السور المراد تأمينه، ومراقبته؛ لتجنب سرقة كاميرات المراقبة.
3. في حالة تركيب كاميرات مراقبة داخلية، مع عدم وجود سقف ساقط، فأنسب مكان لكاميرات المراقبة هو الأركان؛ للحصول على أكبر زاوية ممكنة لتغطية أكبر مِساحة.
4. يجب أن تكون الكاميرات في مكان واضح وظاهر للجميع، وليست مخفية؛ لأنّ مجرد معرفة اللص بوجود نظام مراقبة يجعله يعيد تفكيره في السرقة، فكاميرات المراقبة الواضحة تحدّ من النشاط الإجرامي، أو تقلله، ولكنّ المهم هو أن تكون الأسلاك بعيدة عن متناول اليد؛ حتى لا تقطع؛ ولذلك تثبت الكاميرات عند المصارف، والبنوك في أوضح مكان، ليعلم الجميع أنّ المكان مراقب دائماً.
5. في المباني شاهقة الارتفاع، والمطارات، والمتاحف، والمِساحات الشاسعة، وأبراج التلفاز، يكون الهدف الرئيس من تركيب كاميرات المراقبة هو مراقبة الأماكن البعيدة، بالإضافة إلى الأماكن القريبة، ويكون أنسب نوع هو: كاميرات المراقبة المتحركة (PTZ)، وهي كاميرات تمتاز بعدسة تتحرك في جميع الاتجاهات (360 درجة) في الثانية الواحدة، وتغطي مِساحات مهولة، مع إمكانية برمجة الكاميرا لتتحرك العدسة في اتجاهات معينة، والكاميرا

المتحركة (PTZ) هي كاميرا باهظة الثمن، ولكنها في مجمل الأمر توفر كثيراً من الأموال؛ لقيامها بوظيفة عدد كبير من كاميرات المراقبة.

6. من الأماكن القليلة التي لا ينصح فيها بتركيب كاميرات المراقبة في أماكن واضحة كالمطاعم؛ لأنّ المرء لا يحب أن يكون مراقباً وهو يتناول الطعام.

تغذية كاميرات المراقبة:

في أنظمة كاميرات المراقبة نحتاج إلى ثلاث فولتيات (220، 24، 12) فولت:

1. هناك كاميرات تحتاج إلى 12 فولت تيار مستمر DC وهي الكميرات العادية مثل (IP cam،box cam،IR،Dome).



شكل (11): وَحدة تغذية 12 فولت تيار مستمرDC

2. هناك كاميرات تحتاج إلى 24 فولت تيار متناوب (AC)، وهي كاميرات القبة المتحركة (PTZ) Dome.

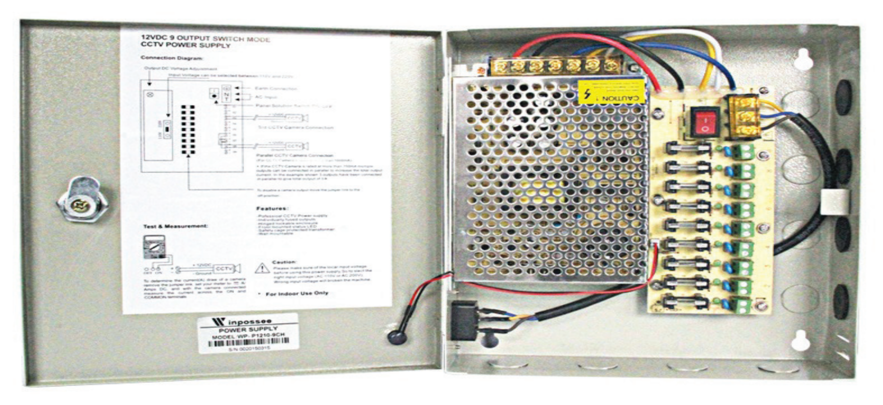


شكل (12): وَحدة تغذية 24 فولتAC

3. هناك كاميرات تحتاج إلى تيار متناوب (220) فولت AC، وهي متحركة، مع العلم أن هذه الفولتية المرتفعة تلزم لتغذية محرك الكاميرا، أما دارات الكاميرا نفسها، فتعمل بفولتية تيار مستمر منخفضة.

أما بالنسبة للتيار الذي تحتاجه كاميرات المراقبة، فهو نصف أمبير تقريباً (500 mA) للكاميرات النهارية، وأمبير واحد تقريبا للكاميرات الليلية، ولا مانع من استخدام وحدات تغذية (1) أمبير للكاميرات كافة؛ لأن الكاميرا تسحب التيار الذي تحتاجه فقط.

وعند قيامك بتركيب نظام كاميرات المراقبة هنالك عدة خيارات، فإما أن تستخدم وَحدة تغذية منفصلة لكل كاميرا أو أن تستخدم وَحدة تغذية 12 فولت مركزية لكاميرات النظام كافة، مع مراعاة أن تكون قيمة تيار خرجها عالية، وتكفي لتغذية الكاميرات المستخدمة في النظام كافة.



شكل (13): وَحدة تغذية مركزية 12 فولت لكافة كاميرات النظام

وسائط نقل الإشارات:

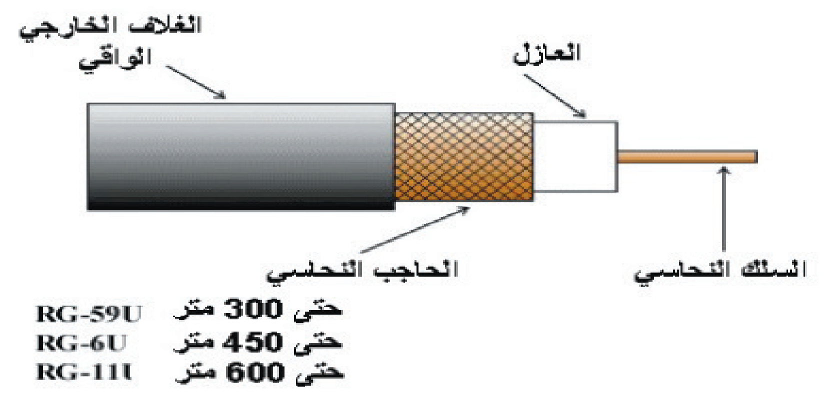
1. الكوابل المحورية (Coaxial cables):

تستخدم الكوابل المحورية على نطاق واسع في أنظمة كاميرات المراقبة، والتلفاز بشكل عام. وتتكون، كما هو مبين في الشكل (14) مما يأتي:

أ. سلك صُلب من النحاس محاط بمادة عازلة.

ب. درع (حاجب) واقٍ من النحاس على شكل شبكة: وظيفته حماية السلك النحاسي في المحور من تأثير التداخل الكهرومغناطيسي (EMI)، وتداخل الترددات الراديوية (RFI).

ج. غلاف خارجي واقٍ مصنوع من المطاط، أو البلاستيك.



شكل (14): كابل محوري

تمتاز الكوابل المحورية بأنّ لها ممانعة مميزة، ومن أكثر هذه الممانعات شيوعاً، ذات القيمة 75 أوم، وتستخدم الأسلاك المحورية روابط (Connectors) خاصة لوصل الأسلاك معاً، وتوصيل الأجهزة معها، وتسمى هذه الروابط (الوصلات) British Naval Connectors (BNC).



شكل (15): روابط (وصلات) BNC

وتوفّر الشركات المنتجة لمعدات نظم كاميرات المراقبة كوابل محورية، مع كابل تغذية؛ بهدف تسهيل عملية التمديدات الخاصة.



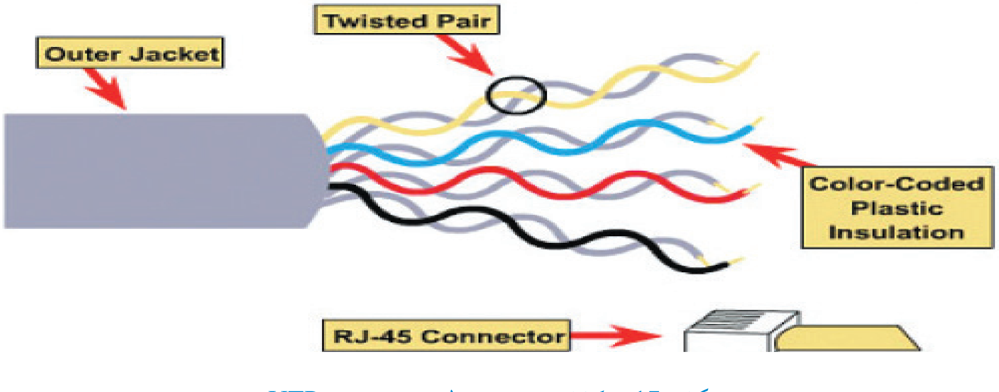
شكل (16): كابل محوري مع تغذية

2. **كوابل الأزواج المجدولة** (Twisted Pair Cables):

بهدف خفض كلفة تمديدات نظم كاميرات المراقبة، يفضّل الفنيون استخدام الأسلاك المزدوجة المجدولة المنخفضة الثمن، والمستخدمة في شبكات الهاتف والحاسوب عن الكوابل المحورية مرتفعة الثمن. وتتكون الأسلاك ذات الأزواج المجدولة في أبسط صورها من زوج من أسلاك نحاسية معزولة، وملتفة بعضها حول بعض، حيث يعمل هذا الالتفاف على تقليل تأثير التداخل الكهرومغناطيسي شيئاً ما، وتنقسم الأسلاك ذات الأزواج المجدولة إلى نوعين، هما:

أ. كوابل الأزواج المجدولة غير المحمية (UTP) Unshielded Twisted Pair Cables:

وتتكون من أسلاك ملتوية داخل غطاء بلاستيكي بسيط، كما في الشكل (17) الآتي:



شكل (17): كابل زوج مجدول غير محمي (UTP)

ب. كوابل الأزواج المجدولة المحمية (STP) Shielded Twisted Pair Cables:

تعدّ الأسلاك غير المحمية (UTP) عرضة للتداخل الكهرومغناطيسي، وتداخل الإشارات المجاورة، ولحل هذه المشكلة تستخدم الحماية (Shielding)، ومن هنا ظهرت الأسلاك ذات الأزواج المجدولة المحمية Shielded twisted pair (STP)، والتي يكون فيها كل زوج من الأسلاك المجدولة محمياً بطبقة من القصدير، ثمّ بغلاف بلاستيكي خارجي.



شكل (18): كابل زوج مجدول محمي (STP)

تمتاز كوابل STP عن كوابل UTP بالمزايا الآتية:

1. أقل عرضة للتداخل الكهرومغناطيسي.
2. تستطيع دعم الإرسال لمسافات أبعد.
3. في بعض الظروف توفر سرعات بث أكبر.

وعند استخدام الأسلاك المجدولة لنقل إشارة الصورة من الكاميرا إلى جهاز العرض والأجهزة الأخرى، يفضل استخدام النوع المحمي (STP) من الصنف الخامس (CAT-5) أو السادس (CAT-6)، ويجب تخصيص زوج منفصل من الأسلاك لكل كاميرا.

تكلفة الأسلاك المجدولة المحمية أقل بكثير من تكلفة الكوابل المحورية، وتستطيع نقل إشارة الصورة لمسافة 460 متراً دون تضخيم.

3. كوابل الألياف البصرية (Optical Fiber Cables).

4. البث اللاسلكي (Wireless Transmission).



أسئلة الوَحدة:

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1 أين يجب أن تثبت وَحدة التغذية الخاصة بجهاز النداء الداخلي (الإنتركم)؟

أ. داخل لوحة التوزيع الرئيسة.

ب. أبعد ما يمكن عن فاتح الباب.

ج. أقرب ما يمكن من فاتح الباب.

د. داخل اللوحة الفرعية لكل شقة.

2 كم عدد الأسلاك اللازمة لكابل الإنتركم لطابقين على الأقل؟

أ. 8 خطوط.

ب. 6 خطوط.

ج. 32 خطاً.

د. 64 خطاً.

3 لماذا يتم توصيل فاتح الباب عن طريق مرحّل (ريليه)؟

أ. لتفادي مشاكل الدارة المفتوحة التي قد تسبّب تلف مصدر التغذية لوَحدة المحادثة.

ب. لتفادي مشاكل القصر الذي قد يسبب تلف مصدر التغذية لوَحدة المحادثة.

ج. لتفادي مشاكل القصر في لوحة الباب.

د. لتفادي مشاكل القصر في لوحة المحادثة الخارجية.

4 كيف يتم توصيل جميع مخارج الهاتف والتلفاز؟

أ. على التوالي.

ب. على التوازي.

ج. بموصلات ذات مِساحة مقطع كبيرة.

د. توصل توصيلاً مركباً.

5 كيف يتم توصيل أسلاك شبكة الحاسوب؟

أ. في مقدمة لوحة التوزيع الكهربائية؛ ليسهل الوصول إليها.

ب. يخرج لكل مخرج شبكة كابل خاص به.

ج. على التوالي.

د. على التوازي.

6 ما نوع وصلة شبكة الحاسوب؟

أ. RJ11 .

ب. RJ12 .

ج. RJ45.

د. RJ9 .

7 ما الكوابل التي يمنع تمديدها في المواسير نفسها مع كوابل الجهد المنخفض كافة؟

أ. كوابل الاتصالات.

ب. كوابل القدرة.

ج. كوابل أجهزة النداء الآلي (الإنتركم).

د. كوابل التلفاز والستالايت.

8 ما الأسلاك التي لا تحتويها لوحة الجهد المنخفض؟

أ. أسلاك شبكة توزيع خطوط الستالايت الداخلية.

ب. أسلاك شبكة الهاتف.

ج. أسلاك التمديدات الكهربائية.

د. أسلاك شبكة التلفاز.

9 ما وظيفة شبكة الأسلاك الشعرية المحيطة بالموصل النحاسي في الكوابل المحورية؟

أ. حماية الكابل من الجهد الزائد.

ب. حماية الكابل من التيار الزائد.

ج. حماية المحور من تأثير التداخل الكهرومغناطيسي.

د. حماية المحور من التيارات الإعصارية

10 ماذا نستخدم لتوزيع الإشارة إلى أكثر من جهاز استقبال؟

أ. مجموعة من المواسعات.

ب. مجموعة من الموزعات (Splitters).

ج. مجموعة من القواطع الآلية.

د. مجموعة من الملفات.

11 ما المكونات الأساسية لنظام المراقبة المتقدم؟

أ. جهاز تسجيل وكاميرا وشاشة عرض وكوابل محورية.

ب. جهاز حاسوب وكاميرا وكوابل محورية.

ج. كاميرا وشاشة تلفاز وكوابل محورية.

د. جهاز تسجيل وكاميرا وكوابل محورية.

12 الاختصار العلمي لجهاز التسجيل الرقمي في نظام المراقبة المرئي هو:

أ. DVR - Digital Voice Recorder.

ب. DVR - Digital Video Recorder.

ج. DVR - Data Voice recorder.

د. DVR- Data Video Recorder.

السؤال الثاني: ما مكونات جهاز النداء الآلي (الإنتركم)؟

السؤال الثالث: ما الأجزاء التي تتكون منها وَحدة المحادثة الداخلية؟

السؤال الرابع: ما الأجزاء التي تتكون منها وَحدة المحادثة الخارجية؟

السؤال الخامس: ما مزايا كوابل شبكة الحاسوب من النوع cat 5 , cat 6؟

السؤال السادس: ما عيوب الكوابل المحورية المستخدمة في شبكة الحاسوب؟

السؤال السابع: ما ميزات الكوابل المحورية المستخدمة في شبكة الحاسوب؟

السؤال الثامن: ممَّ يتركّب الكابل المحوري الخاص بالتلفاز؟

السؤال التاسع: ما أنواع الكوابل المحورية المستخدمة في شبكة الحاسوب؟

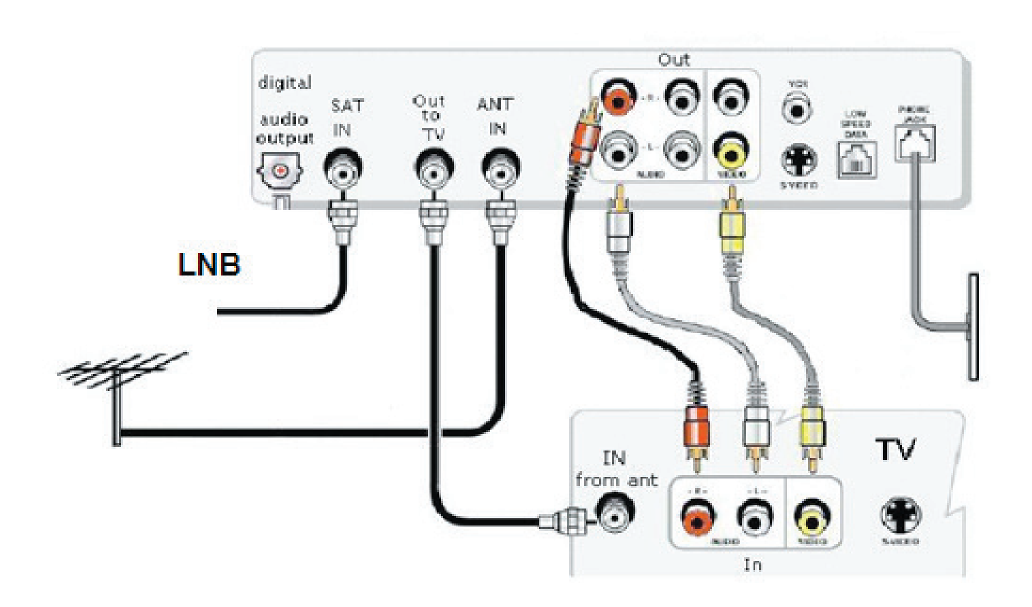
السؤال العاشر: كيف يتم توصيل كابلي تلفاز أو ستالايت؟

السؤال الحادي عشر: ما أنواع وحدات التغذية في أنظمة كاميرات المراقبة؟

السؤال الثاني عشر: ما العناصر الأساسية التي يتكون منها نظام كاميرات المراقبة؟



الشكل الآتي يبيّن مخطط توصيل ريسيفر مع هوائي تلفاز، وطبق استقبال فضائي، وشبكة حاسوب، أتمعن المخطط جيداً، ثمّ أقوم بتنفيذه في الورشة، أو في مكان آخر يتم اختياره مسبقاً.

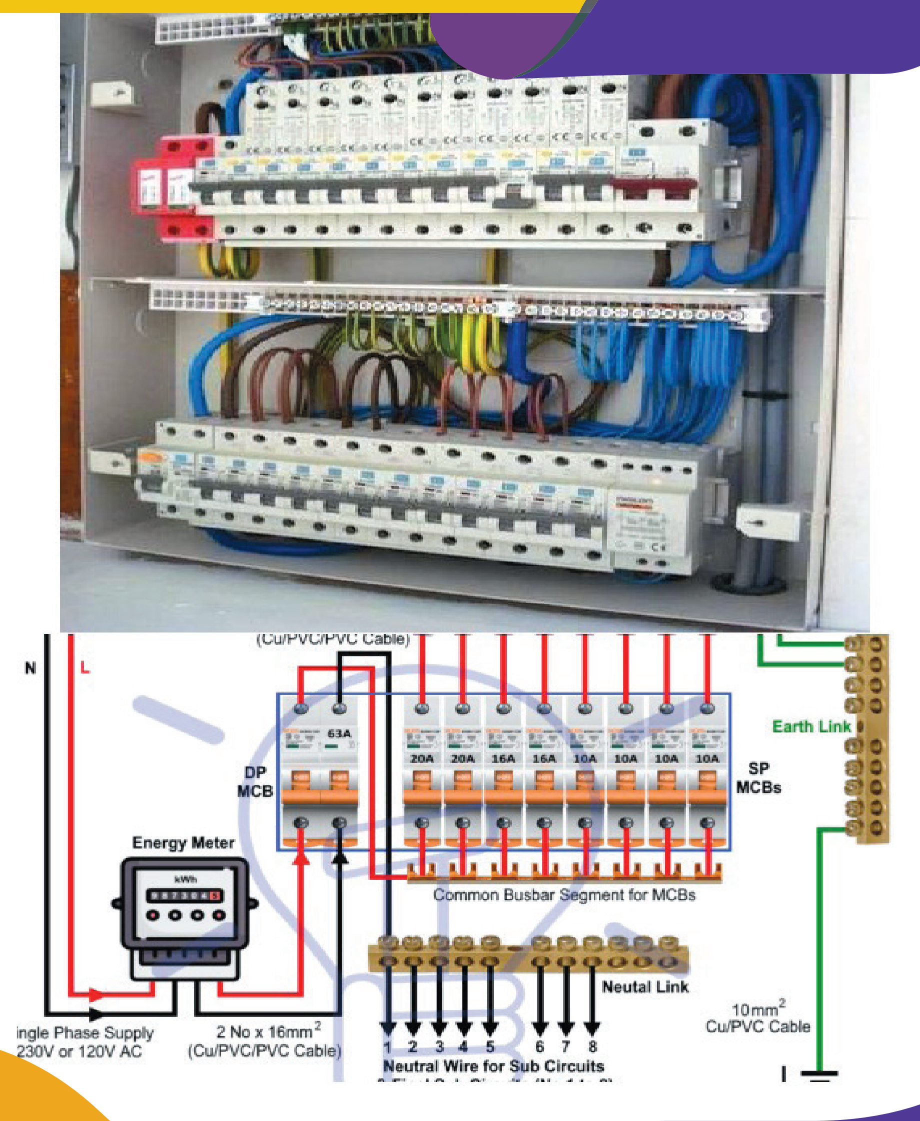


مع مراعاة مراحل المشروع (اختيار المشروع، خطة المشروع، تنفيذ المشروع، تقويم المشروع).

الوَحدة النمطية السادسة

دارات التيار المتناوب أحادي الطور

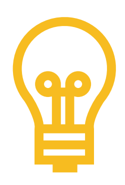




أتأمل وأناقش:

ما الفرق بين التيار المتناوب أحادي الطور والتيار المستمر؟

الوَحدة النمطية السادسة: دارات التيار المتناوب أحادي الطور



يُتوقّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على توظيف المعارف والمهارات المختلفة للتفريق بين التيار المستمر والتيار المتناوب، والتعامل مع حسابات التيار المتناوب أحادي الطور، وحسابات هبوط الجهد، وحسابات تحسين معامل القدرة، من خلال الآتي:

1. استخدام جهاز راسم الإشارة Oscilloscope.
2. قياس عناصر الموجة الكهربائية باستخدام جهاز راسم الإشارة.
3. التعرف إلى العلاقة بين الجهد والتيار في دارات التيار المتناوب.
4. قياس القدرة في دارات التيار المتناوب أحادي الطور.
5. استخدام جهاز قياس معامل القدرة.
6. حساب هبوط الجهد الكهربائي.
7. التعرف إلى المحولات الكهربائية.
8. استخدام جهاز الكلامبميتر (Clampmeter).

⁕ الكفايات المهنية:

الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحدة هي:

1. الكفايات الاحترافية:

- ⁕ القدرة على اختيار العناصر الكهربائية المناسبة وَفق المواصفات الكهربائية.
- ⁕ الإلمام بالمواصفات الفنية للعناصر الكهربائية.
- ⁕ القدرة على رسم مخطط توضيحي للدارة الكهربائية.
- ⁕ القدرة على التعامل مع الحسابات الكهربائية.
- ⁕ القدرة على التعامل مع أجهزة القياس المختلفة.

2. الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- ⁕ المصداقية في التعامل مع الزبون.
- ⁕ المحافظة على خصوصية الزبون.
- ⁕ الاستعداد باستمرار لتلبية رغبات الزبون.
- ⁕ القدرة على إقناع الزبون.
- ⁕ الاستعداد للاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص.
- ⁕ القدرة على التفكير التحليلي، واختيار الحل الأنسب.
- ⁕ الالتزام بأخلاقيات المهنة.

3. الكفايات المنهجية:

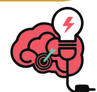
- ⁕ التعلم التعاوني.
- ⁕ استمطار الأفكار(العصف الذهني).
- ⁕ البحث العلمي.
- ⁕ الحوار والمناقشة.

⁕ قواعد الأمان والسلامة العامة:

- ⁕ ارتداء ملابس السلامة المهنية المناسبة (حذاء معزول، وكفوف يدوية).
- ⁕ استخدام العِدَد والتجهيزات المطابقة لقواعد الأمن والسلامة.
- ⁕ ترتيب طاولة العمل (مكان العمل)، وتنظيفها قبل الانتهاء من التنفيذ، وبعده.

1.6 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: استخدام جهاز راسم الإشارة Oscilloscope:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب صاحب إحدى الورش الفنية من أحد الفنيين تدريبه على استخدام راسم إشارة، اشتراه مؤخراً للورشة؛ لاستخدامه في تحديد أعطال الأجهزة الإلكترونية.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من صاحب الورشة عن: ▫ راسم الإشارة، هل هو تماثلي أم رقمي؟ ▫ عدد قنوات الجهاز. ▫ طبيعة الأجهزة التي تقوم الورشة بصيانتها. • أجمع البيانات عن: ▫ المواصفات الفنية لراسم الإشارة الذي اشتراه صاحب الورشة. ▫ أنواع أجهزة راسم الإشارة. ▫ أنواع أجهزة مولد الإشارة. ▫ استخدامات راسم الإشارة. ▫ العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في المهمة.	• الحوار والمناقشة. • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب صاحب الورشة. ▫ كتالوجات حول أجهزة راسم الإشارة، ومولد الإشارة. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ صور عن راسم الإشارة، ومولد الإشارة. ▫ فيديو عن راسم الإشارة، ومولد الإشارة.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها حول: ▫ أنواع جهاز راسم الإشارة. ▫ أنواع جهاز مولد الإشارات. ▫ المواصفات الفنية لراسم الإشارة. ▫ استخدامات راسم الإشارة. • تحديد خطوات العمل: ▫ التعريف بالموجات الكهربائية وعناصرها الأساسية. ▫ التعريف بأقسام جهاز راسم الإشارة، ومولد الإشارة. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: ▫ كتالوجات حول أجهزة راسم الإشارة، ومولد الإشارة. ▫ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: ▫ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات مصداقية.

أنفذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: - قيمة الجهد ونوعه الذي تم وصله الى قناة راسم الإشارة والانتباه إلى أقصى قيمة لجهد مدخل راسم الإشارة. • تحريك المفاتيح الدائرية لليمين ولليسار ووضعها بالمنتصف. • وضع المفاتيح المستخدمة للمعايرة وتعمل بالحركة الدائرية بوضع CAL. • الانتظار لغاية ظهور الخط الضوئي على الشاشة. • تحديد القناة للإشارة الداخلة باستخدام مفتاح التحكم بالقنوات. • وضع مفتاح اختيار نوع الإشارة على GND. • التوضيح قدر المستطاع باستعمال شدة الإضاءة (Intensity)، ووضوح الصورة (Focus). • ضبط الخط على الشاشة باستعمال مفتاح وضع الصورة الأفقي X- POS ومفتاح وضع الصورة العمودي Y- POS. • معايرة راسم الإشارة باستخدام موجة جيبية مثلاً بضبط تحكم التزامن، وحساب اتساع الموجة على الشاشة.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز راسم الإشارة. • جهاز مولد إشارات. • مجسات راسم إشارة. • قرطاسية. • حاسوب • الوثائق: - كتالوجات حول جهازي راسم الإشارة، ومولد الإشارة. - طلب صاحب الورشة. - نشرات. - صور لراسم الإشارة، ومولد الإشارة. • الإنترنت: - مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات مصداقية.

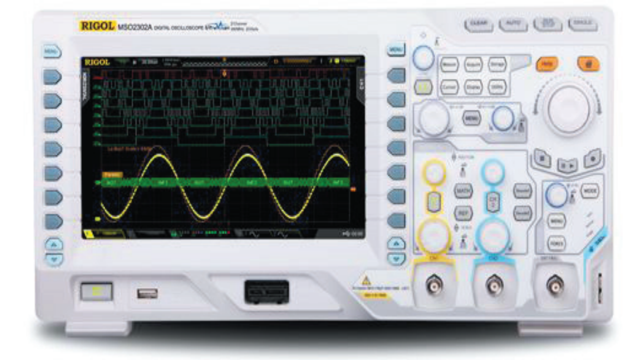
أتحقق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • تحريك المفاتيح الدائرية لليمين ولليسار، ووضعها بالمنتصف. • وضع المفاتيح المستخدمة للمعايرة، وعملها بالحركة الدائرية بوضع CAL. • تحديد القناة للإشارة الداخلة باستخدام مفتاح التحكم بالقنوات. • وضع مفتاح اختيار نوع الإشارة على GND. • وضوح الصورة باستعمال شدة الإضاءة (Intensity)، ووضوح الصورة (Focus). • ضبط الخط على الشاشة باستعمال مفتاح وضع الصورة الأفقي X- POS ومفتاح وضع الصورة العمودي Y- POS. • معايرة راسم الإشارة باستخدام موجة جيبية مثلاً بضبط تحكم التزامن، وحساب اتساع الموجة على الشاشة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب الورشة. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (لعب الأدوار). • الحوار والمناقشة.	• حاسوب. • الوثائق: - كتالوجات حول جهازي راسم الإشارة، ومولد الإشارة. - صور جهازي راسم الإشارة، ومولد الإشارة. - طلب صاحب الورشة. • الإنترنت: - مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات موثوقية.
أوثق، وأقدم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: - أنواع أجهزة راسم الإشارة. - المواصفات الفنية لراسم الإشارة. - استخدامات راسم الإشارة. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب الورشة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوم	• المقارنة بين قدرة صاحب الورشة على تحديد الأعطال قبل تدريبه على استخدام راسم الإشارة، وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب الورشة.	• الحوار والمناقشة.	• طلب صاحب الورشة. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.

الأسئلة:

1. أبحث في الإنترنت عن برنامج لتحويل الحاسوب الشخصي لجهاز راسم إشارة.
2. ما الأقسام الرئيسة لجهاز راسم الإشارة؟
3. ما استخدامات راسم الإشارة؟
4. هل يتغير تردد الإشارة الداخلة إلى أحد مداخل راسم الإشارة بتغيير معيار الزمنTIME / DIV؟
5. ما وظيفة المخمد (Attenuator) الذي تزود به بعض مجسات راسم الإشارة؟
6. هل يمكن إظهار إشارتين معاً على شاشة راسم الإشارة؟

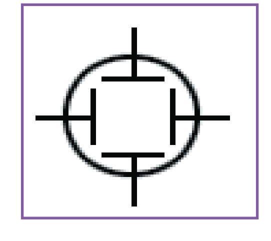


أتعلّم: جهاز راسم الإشارة (Oscilloscope):



نشاط: يقوم راسم الإشارة الرقمي بتحويل الإشارة التماثلية إلى رقمية، ويمكن تخزين أشكال الإشارات وطباعتها أيضاً، أبحث في الإنترنت عن مزايا راسم الإشارة الرقمي وأقارنه براسم الإشارة التماثلي.

راسم الإشارة: هو جهاز يسمح بإظهار جهد الإشارة، ورسمه عادة بشكل مخطط ثنائي الأبعاد للجهد الكهربائي) على المحور العمودي) مقابل الزمن (على المحور الأفقي)، أو يستعاض عن الزمن بجهد آخر على المحور الأفقي، و له مدخلان؛ أي يستطيع رسم إشارتين مختلفتين، وإما أن يرسم واحداً منهما فقط على شاشة العرض، أو يعرضهما معاً، ويمكن عرض قيمة طرح الإشارتين أو جمعهما، ويُعدّ راسم الإشارة من الأجهزة المهمة المستخدمة بكثرة في دراسة موجات التيارات والجهود من حيث القيمة، والشكل، والتردد، كما يمكنه ربط هذه الكميات بالزمن على الشاشة.



شكل (1): رمز راسم الإشارة

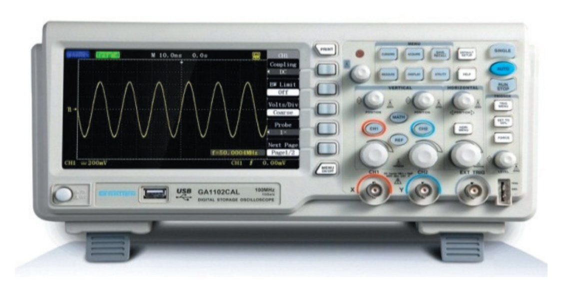
هناك عدة أنواع من راسم الإشارة، منها:

أ. راسم الإشارة التماثلي (Analog).



شكل (2): راسم الإشارة التماثلي

ب. راسم الإشارة الرقمي (Digital):



شكل (3): راسم الاشارة الرقمي

استخدامات راسم الإشارة:

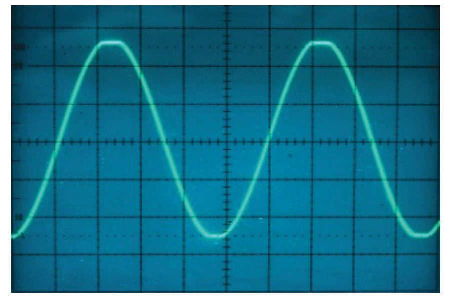
1. اظهار الإشارة في نقاط متعددة في أيّ دارة إلكترونية.
2. اكتشاف الأعطال بالاعتماد على شكل الإشارة في الدارة.
3. التعرف إلى شكل الإشارة (مثلثة، ومربعة، وجيبية،...).
4. تحديد العطل بدقة، بعيداً عن التخمين، وضياع الوقت.

الأقسام الرئيسة لجهاز راسم الإشارة:

1. الشاشة (Screen):

هي وَحدة إظهار البيانات في جهاز راسم الإشارة لإظهار أشكال الإشارات، وتكون مقسمة إلى مربعات بطول ضلع 1 سم.

أ. المحور العمودي: مقسم لثمانية أقسام.



شكل (4): شاشة راسم الإشارة

ب. المحور الأفقي: مقسم لعشرة أقسام.

2. **قسم التشغيل** (Power): يحتوي هذا الجزء على:

أ. مفتاح التشغيل؛ لتشغيل الجهاز، وإطفائه.

ب. ضابط شدة إضاءة الشاشة (Intensity)؛ للتحكم في شدة إضاءة الشاشة.

ج. ضابط التركيز Focus: للتحكم في تركيز الشعاع الإلكتروني (سماكة الخط على الشاشة).



شكل(5): قسم التشغيل POWER

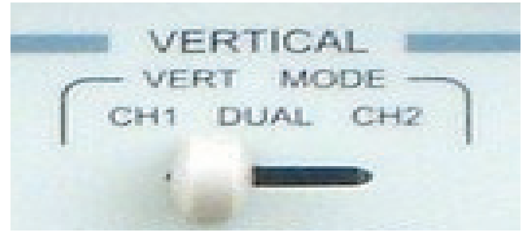


شكل (6): ضابط شدة الإضاءة وضابط شدة التركيز

3. **قسم التحكم العمودي** (Vertical):

يتحكم في إظهار شكل الإشارة على الشاشة عمودياً، وقد يحتوي على أكثر من جزء للتحكم تبعاً لعدد قنوات الإدخال.

- مفاتيح CH1 – Dual – CH2:؛ لاختيار قناة الإدخال التي يتم عرضها على الشاشة:
  - CH1: لاختيار القناة الأولى.
  - DUAL: لاختيار الإشارتين معاً.
  - CH2: لاختيار القناة الثانية.
  - ADD: لجمع الإشارتين، وإظهارهما كإشارة واحدة.



شكل (7): مفاتيح CH1– Dual - CH2

- مفاتيح لاختيار نوع الإشارة AC - DC - GND:

AC: لإظهار إشارة متغيرة.

DC: لإظهار إشارة ثابتة.

GND: لاختيار موقع الصفر(الأرضي) على الشاشة.



شكل (8): مفاتيح AC – DC –GND

- مفتاح اختيار وضع الصورة العمودي Vertical Position (Y- POS): لتحريك الإشارة باتجاه الأعلى أو الأسفل.



شكل (9): مفتاح Vertical Position

- الضابط العمودي VOLT / DIV:





شكل (10): مفتاح Voltage Division

باستخدامه يمكن قياس الجهد وفق العلاقة الآتية:

عدد المربعات العمودية × مقياس الضابط العمودي = Vpp





شكل (11): مداخل القنوات

▢ مداخل القنوات:

مدخل القناة الأولى CH1.

مدخل القناة الثانية CH2.

تستخدم القنوات نوعاً خاصاً من الوصلات يسمى المجسات (Props)، وتأتي بأشكال وَفق الاستخدام، ومنها:

- مجس BNC لراسم الإشارة مع جهاز مولد الإشارة (Function Generator)، كما في الشكل (12)، يربط أحد الأطراف بمدخل الإشارة في راسم الإشارة، والآخر بجهاز مولد الإشارة.



شكل (12):مجسBNC

- نوع يستخدم لرؤية الإشارة بموقع معين بالدارة، كما في الشكل (13) الآتي:



شكل (13): مجس لرؤية الإشارة بموقع معين بالدارة

- مجس يستخدم للترددات العالية، كما في الشكل (14) الآتي:



شكل (14): مجس الترددات العالية

تزود بعض المجسات بمخمد Attenuator بنسبة 1: 10، كما في الشكل (15) الآتي:



شكل (15): مجس بمخمد 1: 10

4. قسم التحكم الأفقي (Horizontal):

يتحكم هذا القسم بشكل الإشارة، ووضعها أفقيا للقناتين، ويحتوي على عدة مفاتيح للتحكم في زمن الإشارة، وترددها أفقياً:

- معيار الزمن TIME / DIV:



شكل (16): معيار الزمن TIME/DIV

يقسم معيار الزمن إلى ثلاثة أجزاء، هي:

مايكروثانية / مربع	µS / square
ميللي ثانية / مربع	mS / square
ثانية / مربع	S / square

يتم حساب الزمن الدوري للموجة وفقا للعلاقة الآتية:

الزمن الدوري T = عدد المربعات الأفقية × معيار الزمن

تردد الموجة $f = \frac{1}{T}$ هيرتز (Hz)

- مفتاح اختيار وضع الصورة الأفقي Position Horizontal (X- POS):

لتحريك الإشارة إلى اليمين وإلى اليسار



شكل (17): مفتاح اختيار وضع الصورة الأفقي

5. قسم ضبط الإشارة وقدحها (Trigger):

يستخدم لتثبيت الإشارة على الشاشة؛ لتسهيل قياسها.

- مفتاح اتجاه التزامن (Level):

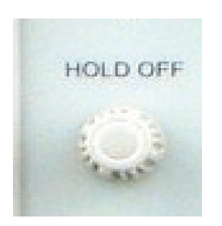
لضبط بداية تزامن الإشارة على الشاشة.



شكل (18): مفاتيح قدح الإشارة Trigger

- مفتاح لمستوى إشارة التزامن (Hold off):

للتحكم بالنقطة التي تبدأ منها النقطة بالظهور.



شكل (19): مفتاح مستوى إشارة التزامن Hold off

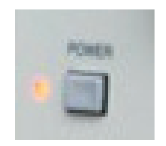
مولد الإشارة (Function Generator):

يُعدّ مولد الإشارة من أهم الأجهزة الإلكترونية المستخدمة في الصيانة، ويقوم بتوليد أنواع مختلفة من الإشارات، نستطيع التحكم بترددها، وجهدها، وشكلها، ومن أهم أنواع هذه الإشارات:

1. الموجة الجيبية (Sine wave).
2. الموجة المربعة (Square wave).
3. الموجة المثلثة (Triangular wave).
4. موجة سن المنشار(Sawtooth wave).

وتستخدم هذه الإشارات في تغذية دارات إلكترونية مختلفة، ويتم متابعتها باستخدام راسم الإشارة، ويوجد على واجهة هذا الجهاز مجموعة كبيرة من المفاتيح؛ لاختيار شكل الإشارة، ونوعها، وترددها، واتساعها.

1. **مفتاح التشغيل** (Power):



شكل (20): مفتاح التشغيلPower

2. **الشاشة** (Screen):

وهي مقسمة إلى قسمين: قسم لإظهار التردد، وقسم لإظهار قيمة الجهد.



شكل (21): مفتاح الشاشة Screen

3. **مفاتيح اختيار نوع الإشارة** (Function): يمكن لمولد الإشارة أن يولد ثلاثة أنواع أو أكثر من الإشارات، وهي الموجة الجيبية، والموجة المثلثة، والموجة المربعة.



شكل (22): مفاتيح اختيار نوع الإشارة

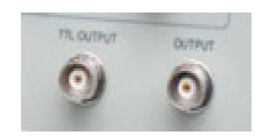
4. **مفاتيح اختيار التردد** (Frequency range): للتحكم في قيمة التردد (ضبط التردد على القيمة المطلوبة)، والتحكم في زمن الإشارة.





شكل (23): مفاتيح اختيار التردد

5. **المخارج** (Outputs): منها يتم الحصول على الموجة الخارجة من المولد، ويمكن الحصول على أكثر من نوع من الخرج في بعض أنواع مولدات الإشارة.



شكل (24): المخارج Outputs

2.6 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: قياس عناصر الموجة الكهربائية باستخدام جهاز راسم الإشارة.

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب صاحب الورشة الفنية الذي درّبه أحد الفنيين على استخدام جهاز راسم الإشارة في الموقف التعليمي السابق تطبيق ما تمّ تدريبه عليه لقياس عناصر الموجة الكهربائية باستخدام جهاز راسم الإشارة.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من صاحب الورشة عن: ▫ العناصر التي يريد معرفتها عن الموجة الكهربائية. ▫ الهدف من التعرف إلى عناصر الموجة الكهربائية. • أجمع البيانات عن: ▫ عناصر الموجة الكهربائية. ▫ أهمية معرفة عناصر الموجة الكهربائية في شبكات الكهرباء. ▫ العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في المهمة.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب صاحب الورشة. ▫ كتالوجات حول أجهزة راسم الإشارة، ومولد الإشارة. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ صور عن راسم الإشارة، ومولد الإشارة. ▫ فيديو عن راسم الإشارة، ومولد الإشارة.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها حول: ▫ عناصر الموجة الكهربائية. ▫ أهمية معرفة عناصر الموجة الكهربائية في شبكات الكهرباء. • تحديد خطوات العمل: ▫ تحديد عناصر الموجة الكهربائية. ▫ تحديد طرق قياس عناصر الموجة الكهربائية باستخدام راسمالإشارة. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: ▫ كتالوجات حول أجهزة راسم الإشارة، ومولد الإشارة. ▫ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: ▫ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ▫ ذات مصداقية.

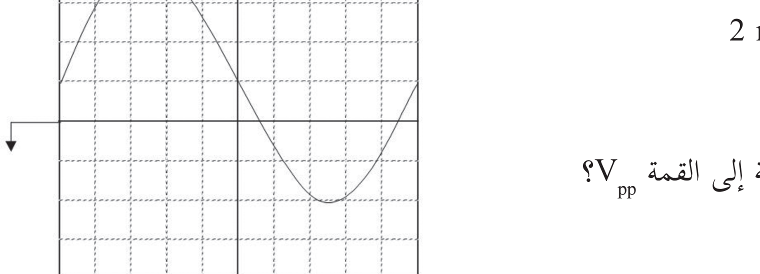
أُنفِّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: □ قيمة الجهد ونوعه الذي تم وصله الى قناة راسم الإشارة. □ أقصى قيمة لجهد مدخل راسم الإشارة. • توصيل الدارة المبينة في الشكل (4). • باستخدام مولد الإشارة نحصل على موجة جيبية. • وضع الضابط العمودي لراسم الإشارة على 2V/DIV. • ضبط معيار الزمن وَفق القيم الواردة في جدول (1). • ضبط تردد الموجة الجيبية وَفق القيم الواردة في جدول (1). • تسجيل النتائج في جدول (1).	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• DMM. • جهاز راسم إشارة. • جهاز مولد إشارة. • مقاومة كربونية 10K Ω. • مجسات راسم إشارة. • قرطاسية. • حاسوب • الوثائق: □ كتالوجات حول جهازي راسم الإشارة، ومولد الإشارة □ طلب صاحب الورشة. □ نشرات. □ صور لراسم الإشارة، ومولد الإشارة. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات مصداقية.
أتحقّقُ من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • وضع الضابط العمودي لراسم الإشارة على 2V/DIV. • ضبط معيار الزمن وَفق القيم الواردة في جدول (1). • ضبط تردد الموجة الجيبية وَفق القيم الواردة في جدول (1). • تسجيل النتائج في جدول (1). • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب الورشة. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني • (لعب الأدوار). • الحوار والمناقشة.	• حاسوب • الوثائق: □ كتالوجات حول جهازي راسم الإشارة، ومولد الإشارة. □ صور جهازي راسم الإشارة، ومولد الإشارة. □ طلب صاحب الورشة. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات موثوقية.

المرحلة	الأنشطة	الاستراتيجيات	المصادر
أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: ▫ عناصر الموجة الكهربائية. ▫ أهمية معرفة عناصر الموجة الكهربائية في شبكات الكهرباء. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب الورشة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين حالة صاحب الورشة قبل وبعد تدريبه على قياس عناصر الموجة الكهربائية. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب الورشة.	• الحوار والمناقشة.	• طلب صاحب الورشة. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.



الأسئلة:

1 الصورة المجاورة هي لموجة جيبية ظهرت على شاشة راسم إشارة، إذا كان



الضابط العمودي: 5 V / DIV

معيار الوقت : 2 mS /DIV

أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ) ما اتساع هذه الموجة من القمة إلى القمة V_{pp}؟

ب) ما الزمن الدوري لهذه الموجة؟

ج) ما تردد هذه الموجة؟

د) هل تم ضبط GND وضبط مفتاح اختيار وضع الصورة العمودي Vertical Position (Y-POS) في راسم الإشارة بالشكل الصحيح؟

2 أحسب القيمة العظمى V_p لموجة جيبية قيمتها الفعالة V_{rms} تساوي 240 فولت.

3 القيمة العظمى V_p للجهد المتناوب الذي تزودنا به شركة الكهرباء 311 فولت، أحسب القيمة الفعالة V_{rms} لهذا الجهد.

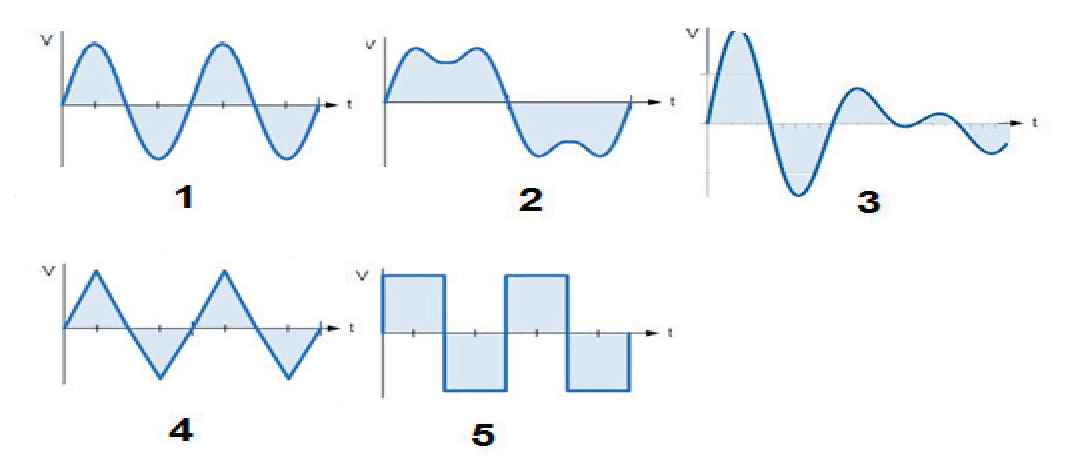
4 تردد الجهد الذي تزودنا به شركة الكهرباء 50 هيرتز، أحسب الزمن الدوري لموجة الجهد.

5 أحسب تردد موجة جيبية زمنها الدوري 0.25 ميللي ثانية.



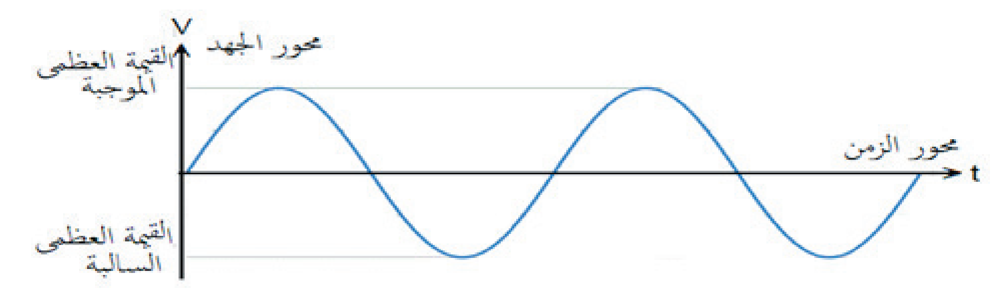
أتعلّم: عناصر الموجة الكهربائية:

نشاط: أتمعن الموجات الآتية، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:



1. أيّ من الموجات السابقة يمثل موجة منتظمة؟
2. أيّ من الموجات السابقة يمثل شكل التيار المتناوب الواصل إلى منازلنا؟
3. أسمّي الموجات الكهربائية 1، 4، 5 وَفق شكلها.
4. ما العلاقة بين الزمن الدوري للموجة 1 والزمن الدوري للموجة 4؟
5. ما العلاقة بين تردد الموجة 2 وتردد الموجة 5؟

تعدّ الكهرباء شريان الحياة في وقتنا الحاضر، كما يُعدّ التيار المتناوب الأكثر انتشاراً في نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها، ولمعرفة خصائص التيار المتناوب، يجب دراسة الموجة الكهربائية والكميات الكهربائية المتعلقة بالموجة الكهربائية.
الموجة الكهربائية للتيار المتناوب: هي موجة جيبية، تتراوح قيمتها بين قيمة عظمى موجبة وقيمة عظمى سالبة، وتتكرر دورة الموجة بين تلك القيمتين كما في الشكل (1) الآتي:



شكل (1): الموجة الجيبية

وتكتب معادلة الموجة الجيبية كالآتي: $V(t) = V_m \sin(\omega t)$

حيث $V(t)$: تمثل القيمة اللحظية بالنسبة للزمن.

V_m (أو V_p): تمثل القيمة العظمى التي يصل اليها الجهد الكهربائي.

ω: وتمثل سرعة دوران الزاوية، وتعتمد على قيمة التردد حيث إنّ $\omega = 2\pi f$

t: وتمثل الزمن بالثانية.

تختلف الموجات الجيبية عن بعضها البعض، وللتفريق بين الموجات الجيبية، يجب معرفة القيم الآتية:

القيمة العظمى (V_m أو V_p) : هي أقصى قيمة يصل إليها الجهد الكهربائي، وتسمى اتساع الموجة الكهربائية.

القمة إلى القمة (V_{p-p}): هي المسافة بين أقصى قيمة موجبة وأقصى قيمة سالبة.

القيمة المتوسطة (V_{av}): يمكن احتساب القيمة المتوسطة بأخذ نقاط على القسم الموجب من الموجة، وجمع قيم النقاط وقسمة المجموع على عدد النقاط، وتسمى قيمة معدل الموجة، ولتبسيط الأمر، يمكن تمثيل الموجة بتل من الرمال، ويراد تسوية سطحه، فالارتفاع الذي نحصل عليه بعد التسوية يسمى القيمة المتوسطة.

ويمكن احتساب القيمة المتوسطة عن طريق المعادلة الآتية: $$V_{av} = \frac{2}{\pi} \times V_m = 0.637 \times V_m$$

القيمة الفعالة (V_{rms}): تعدّ القيمة الفعالة من أهم القيم في الحسابات الكهربائية، وتعبّر عن القدرة الكهربائية، وهي التي يتم قياسها باستخدام جهاز DMM، وسميت بهذا الاسم؛ لأنها تقابل القيمة نفسها من التيار والجهد المستمر في قدرة التسخين.

ويمكن احتساب القيمة المتوسطة عن طريق المعادلة الآتية: $$V_{rms} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707\, V_m$$

إذا مررنا موجة جيبية، القيمة العظمى V_m لها 311 فولت في مقاومة سخان، فإنّ الطاقة الحرارية المتولدة في المقاومة هي كمية الطاقة المتولدة نفسها في المقاومة نفسهاعند تطبيق جهد مستمر قيمته 220 فولت، في هذه الحالة تسمى 220 فولت القيمة الفعالة للموجة الجيبية.

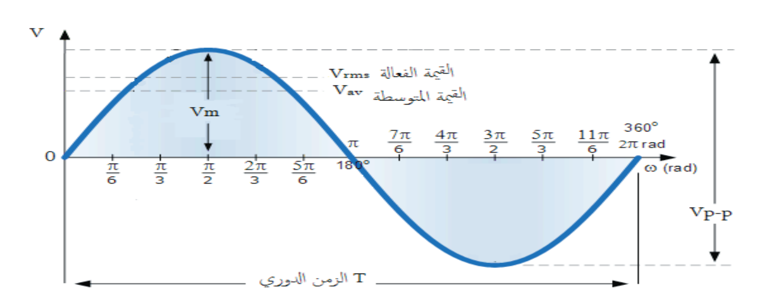
التردد (f): هو مقدار تكرار الموجة لنفسها خلال الثانية الواحدة، ويقاس بوَحدة هيرتز (Hz).

يجدر بالذكر أن تردد الكهرباء إما أن يكون 60 Hz أو 50 Hz، وهو التردد المستخدم في فلسطين.

الزمن الدوري (T): وهو الزمن اللازم لإتمام الموجة دورة كاملة، ويمكن احتساب الزمن الدوري من التردد

وَفق العلاقة الآتية: $$T = \frac{1}{f}$$

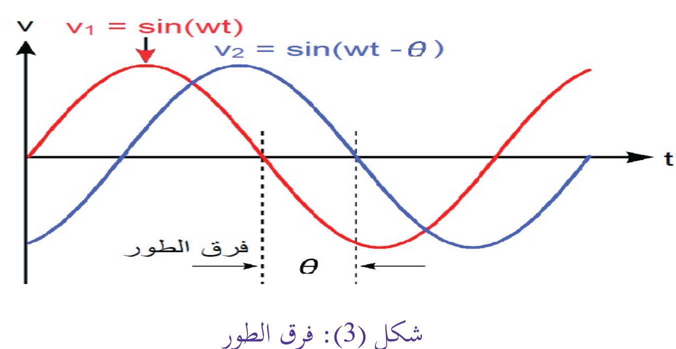
ويبيّن الشكل (2) الآتي القيم المختلفة للموجه الجيبية:



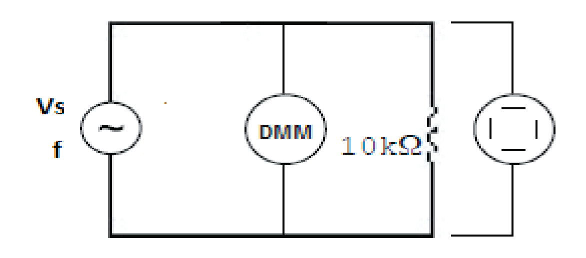
شكل (2): القيم المختلفة للموجة الجيبية

فرق الطور: هو مقدار الزاوية التي تتقدمها موجة عن موجة أخرى أو تتأخرها، وتسمى مقدار الإزاحة.

ويبيّن الشكل (3) الآتي موجتين جيبيتين تتأخر فيه الموجة V_2 عن الموجة V_1، ويقال أيضاً تتقدم الموجة V_1على الموجة V_2:



شكل (3): فرق الطور



شكل (4): قياس عناصر الموجة الجيبة على راسم الإشارة

أكمل تعبئة الجدول (1) وَفق النتائج التي تحصل عليها:

ضابط الجهد (V/DIV)	معيار الزمن	التردد f من F.G (Hz)	القيمة الفعالة Vs_{rms} من DMM (V)	النتائج حسابياً		النتائج من راسم الإشارة		
				V_{pp}	V_p	V_{pp}	V_p	T
2V/DIV	4ms/DIV	50	2					
2V/DIV	2ms/DIV	100	4					
2V/DIV	1ms/DIV	200	6					
2V/DIV	20µs/DIV	600	8					
2V/DIV	20µs/DIV	800	10					
2V/DIV	20µs/DIV	10000	12					

جدول (1): معرفة الخصائص الأساسية للموجة الجيبية

3.6 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: التعرف إلى العلاقة بين الجهد والتيار في دارات التيار المتناوب:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب صاحب الورشة الفنية الذي درّبه أحد الفنيين على استخدام راسم الإشارة، تدريبه على قياس زاوية الطور بين الجهد والتيار في دارات التيار المتناوب، باستخدام أحمال كهربائية متنوعة (مادّيّة، وحثّيّة، وسعويّة).

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من صاحب الورشة عن: نوع الأحمال الكهربائية التي يتعامل معها. طبيعة الأحمال التي يتعامل معها. الهدف من قياس زاوية الطور بين الجهد والتيار في هذه الأحمال • أجمع البيانات عن: زاوية الإزاحة بين الجهد والتيار في دارات التيار المتناوب باستخدام أحمال كهربائية مختلفة. الحسابات المتعلقة بوصل مقاومة، وملف، ومواسع على التوالي. الحسابات المتعلقة بوصل مقاومة، وملف، ومواسع على التوازي. الرنين في دارات RLC.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • البحث العلمي.	• الوثائق: طلب صاحب الورشة. كتالوجات حول أجهزة راسم الإشارة، ومولد الإشارة. • التكنولوجيا: الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. صور عن راسم الإشارة، ومولد الإشارة. فيديو عن راسم الإشارة، ومولد الإشارة.

أخطِّط، وأُقرِّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها حول: □ زاوية الإزاحة بين الجهد والتيار في دارات التيار المتناوب باستخدام أحمال كهربائية مختلفة. □ الحسابات المتعلقة بوصل مقاومة، وملف، ومواسع على التوالي. □ الحسابات المتعلقة بوصل مقاومة، وملف، ومواسع على التوازي. □ الرنين في دارات RLC. • تحديد خطوات العمل: □ توصيل ملف مع مصدر جهد متناوب. □ توصيل ملف ومقاومة مع مصدر جهد متناوب. □ توصيل مواسع مع مصدر جهد متناوب □ توصيل مواسع، ومقاومة مع مصدر جهد متناوب. □ توصيل ملف، ومواسع، ومقاومة على التوالي مع مصدر جهد متناوب. □ توصيل ملف، ومواسع، ومقاومة على التوازي مع مصدر جهد متناوب. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: □ كتالوجات حول أجهزة راسم الإشارة، ومولد الإشارة. □ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات مصداقية.
أُنفِّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: □ عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكد من سلامة التوصيلات. • توصيل الدارة المبينة في الشكل (12). • ضبط جهد التغذية والتردد لمولد الإشارة على/ $4V_{p-p}$ 1KHz • قياس زاوية الإزاحة بين الجهد V_{LC} والتيار في الدارة باستخدام راسم الإشارة. • تعديل تردد مولد الإشارة، بحيث نحصل على أقل قيمة للجهد V_{LC}. • قياس الزمن الدوري للموجة V_{LC} عند أقل قيمة لها. • حساب تردد الرنين f_o • قياس زاوية الإزاحة بين الجهد V_{LC} والتيار عند الرنين.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• مقاومة مناسبة. • ملف مناسب. • مواسع مناسب. • جهاز راسم الإشارة. • مجسات راسم إشارة. • قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: □ كتالوجات حول جهاز راسم الإشارة □ طلب صاحب الورشة. □ نشرات. □ صور لراسم الإشارة. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات مصداقية.

أتحقق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • توصيل الدارة المبينة في الشكل (12). • ضبط جهد التغذية والتردد لمولد الإشارة على 4Vp-p / 1KHz • قياس زاوية الإزاحة بين الجهد V_{LC} والتيار في الدارة باستخدام راسم الإشارة. • تعديل تردد مولد الإشارة بحيث نحصل على أقل قيمة للجهد V_{LC}. • قياس الزمن الدوري للموجة V_{LC} عند أقل قيمة لها. • حساب تردد الرنين fo. • قياس زاوية الإزاحة بين الجهد V_{LC} والتيار عند الرنين. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب الورشة. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني • (لعب الأدوار). • الحوار والمناقشة.	• حاسوب • الوثائق: □ كتالوجات حول جهاز راسم الإشارة □ صور جهاز راسم الإشارة. □ طلب صاحب الورشة. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات موثوقية.
أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: □ العلاقة بين الجهد والتيار في دارات التيار المتناوب باستخدام أحمال كهربائية مختلفة. □ الحسابات المتعلقة بوصل مقاومة، وملف، ومواسع على التوازي. □ الرنين في دارات RLC. • إنشاء ملف خاص بهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب الورشة. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين حالة صاحب الورشة قبل وبعد تدريبه على قياس زاوية الطور بين الجهد والتيار في دارات التيار المتناوب. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب الورشة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني. • النقاش مع صاحب الورشة.	• طلب صاحب الورشة. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم. • قرطاسية.

الأسئلة:

1 الصورة المجاورة هي لأحمال كهربائية، أتأمل الصورة جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ أيّ من هذه الأحمال يمثل حملاً حرارياً؟

ب أصنف هذه الأحمال وَفق طبيعة الحمل الكهربائي إلى أحمال مادّيّة، أو سعويّة، أو حثّيّة.

ج أبحث في منزلي عن أحمال كهربائية مادّيّة، أو سعويّة، أو حثّيّة أخرى.

2 أبحث في الإنترنت عن الفرق بين المصطلحات:

(impedance , resistance , reactance).

3 أحسب قيمة وزاوية التيار المارّ في ملف 100 mH عند توصيله بمصدر جهد متناوب 30 v تردده 50 Hz.

4 أحسب قيمة التيار المارّ في ملف 100 mH، وزاويته، ومقاومة 50 Ω موصولين على التوالي مع مصدر جهد متناوب 30 v تردده 50 Hz.

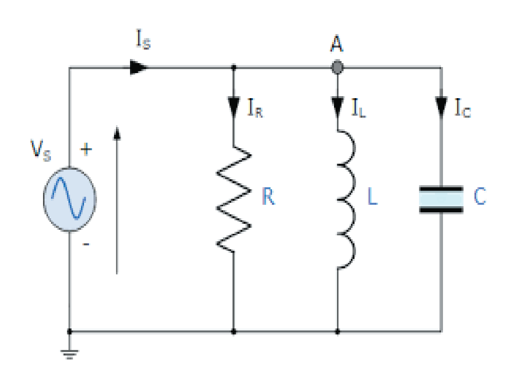
5 أحسب زاوية و قيمة التيار المارّ في مواسع 100 μF عند توصيله بمصدر جهد متناوب 50 v تردده 60 Hz.

6 أحسب قيمة وزاوية التيار المارّ في مواسع 100 μF، ومقاومة 50 Ω موصولين على التوالي مع مصدر جهد متناوب 50 v تردده 60 Hz.

6 حمل يحتوي على ملف 150 mH، ومواسع 100 μF، ومقاومة 60 Ω، وُصلت جميعها على التوالي مع مصدر جهد متناوب 100 v تردده 50 Hz، فما طبيعة الحمل الكهربائي؟



العلاقة بين الجهد والتيار في دارات التيار المتناوب:



نشاط: يعرف توصيل ملف ومواسع على التوازي في الاتصالات بدارة الرنين، وتحدث العملية عندما تنتقل الطاقة بين الملف والمواسع ذهاباً وإياباً، وذلك بتساوي X_L و X_C، أبحث عن تطبيقات لهذا المبدأ لتحسين كفاءة شبكات توزيع الطاقة الكهربائية.

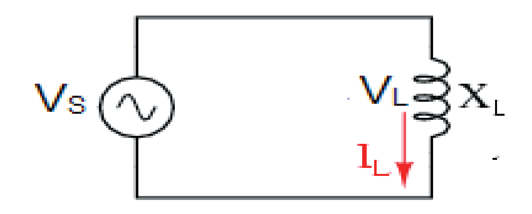
تختلف دارات التيار المتناوب عن دارات التيار المستمر في أنّ حسابات دارات التيار المتناوب أكثر تعقيداً من حسابات دارات التيار المستمر؛ لوجود القسم التخيلي في تلك الحسابات.

تقاس الممانعة الكهربائية (Z) (Impedance) في دارات التيار المتناوب بوَحدة أوم Ω، وتحتوي الممانعة على مقدارين، يسمى المقدار الأول المقاومة (Resistance)، ويمثل الجزء الحقيقي من الممانعة، ويرمز له بالرمز R، أمّا المقدار الثاني فيسمى المفاعلة (Reactance)، ويمثل الجزء التخيلي من الممانعة، ويرمز له بالرمز X، ويكتب معها حرف j؛ لتجنب الجمع الجبري للمقدارين. وتكتب معادلة Z على الصيغة الآتية:

$$Z = R + jx$$

يوجد نوعان من المفاعلة: مفاعلة حثيّة، وتكون فيها X موجبة، ومفاعلة سعويّة، وتكون فيها X سالبة، ولفهم Z، وتأثيرها على التيار، يجب دراسة الحالات الآتية:

1. توصيل ملف مع مصدر جهد متناوب:



شكل (1): توصيل ملف مع مصدر جهد متناوب

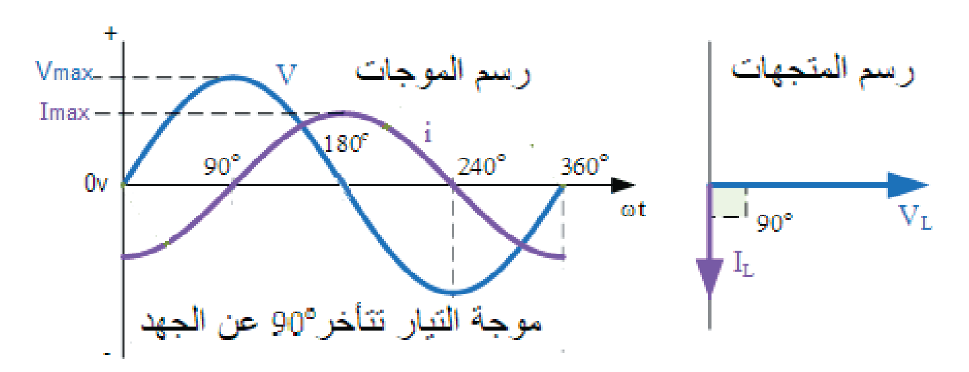
في الحالة المثالية، تكون $Z = + jX_L$؛ أي أنّ الممانعة تساوي المفاعلة الحثيّة، وتحسب X_L وَفق المعادلة الآتية:

$$Z = \omega L = 2 \pi f L$$

وعند تطبيق قانون أوم؛ لإيجاد التيار المارّ في الملف، نحصل على الآتي:

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{|V| < 0}{jX_L} = -j\frac{|V|}{|X_L|}$$

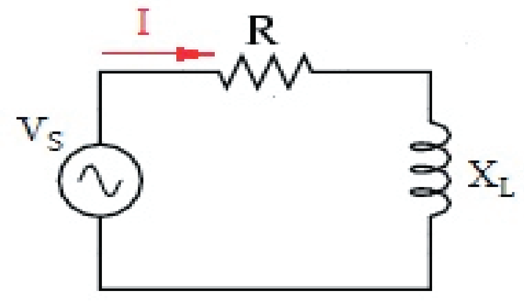
وفي الرسم البياني للمتجهات، تمثل j محور الصادات، ويبيّن الشكل (2) الآتي رسم المتجهات، ورسم الموجات للجهد والتيار في دارة الملف:



شكل (2): رسم المتجهات ورسم الموجات للجهد والتيار في دارة الملف

من الرسم السابق، نلاحظ تأخر موجة التيار عن موجة الجهد بمقدار 90°، التي تمثل j- في رسم المتجهات.

2. توصيل ملف ومقاومة مع مصدر جهد متناوب:



شكل (3): توصيل ملف ومقاومة مع مصدر جهد متناوب

في هذه الحالة، تصبح زاوية Z محصورة بين القيمتين0° و 90°، وتحسب قيمة الممانعة وَفق المعادلة الآتية:

مقدار الممانعة: $|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

زاوية الممانعة: $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right)$

وتكتب الممانعة على صيغتين: $Z = R + jX_L$ أو $|Z| < \theta$

وعند تطبيق قانون أوم؛ لإيجاد التيار المارّ في الممانعة، نحصل على الآتي:

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{|V| < 0}{|Z| < \theta} = \frac{|V|}{|Z|} < -\theta$$



مثال (1):

في الدارة السابقة، إذا كانت $R = 100\ \Omega$، $L = 100\ mH$، وكانت قيمة فولتية المصدر 220 V وترددها 50 Hz، أحسب قيمة التيار، وزاويته.

الحل:

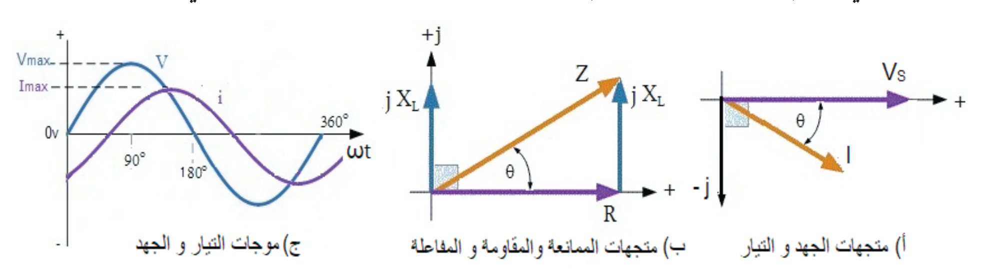
$$X_L = 2\pi fL = 2 \times \pi \times 50 \times 100 \times 10^{-3} = 31.4\ \Omega$$

$$|Z| = \sqrt{(R^2 + X_L^2)} = \sqrt{100^2 + 31.4^2} = 104.8\ \Omega$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{31.4}{100}\right) = 17.4^{o}$$

$$I = \frac{|V|}{|Z|} < -\theta = \frac{220}{104.8} < -17.4^{o} = 2.1 < -17.4^{o}\ A$$

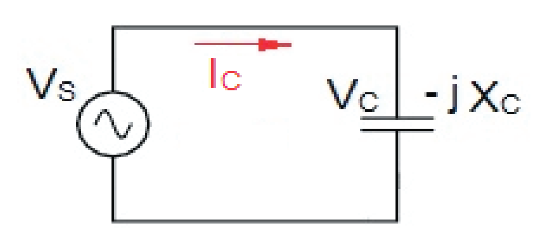
ويبيّن الشكل (4) الآتي رسم المتجهات، ورسم الموجات الكهربائية للجهد والتيار في دارة الملف والمقاومة:



شكل (4): رسم المتجهات ورسم الموجات للجهد والتيار في دارة الملف والمقاومة

وفي الحالة المثالية، إذا أصبحت الزاوية صفراً، فنقول: إنّ الحمل ماديّ نقيّ، أمّا إذا كانت الزاوية 90^0، فنقول: إنّ الحمل حثّيّ نقيّ.

3. توصيل مواسع مع مصدر جهد متناوب:



شكل (5): توصيل مواسع مع مصدر جهد متناوب

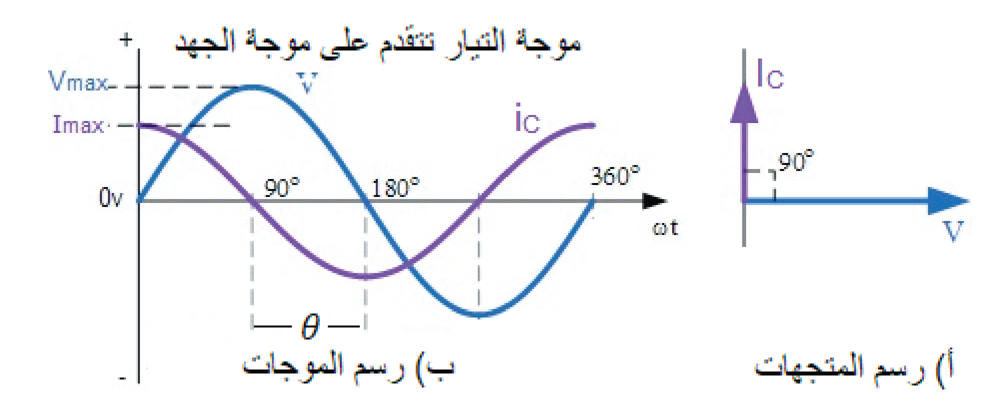
في الحالة المثالية، تكون $Z = -jX_C$؛ أي أنّ الممانعة تساوي المفاعلة السعويّة، وتحسب X_C وَفق المعادلة:

$$X_C = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{2\pi f c}$$

وعند تطبيق قانون أوم؛ لإيجاد التيار المارّ في المواسع، نحصل على الآتي:

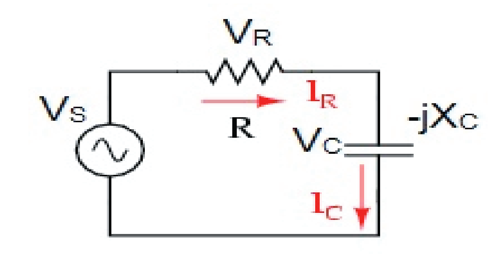
$$I_C = \frac{V}{Z} = \frac{|V| < 0}{-jX_C} = j\frac{|V|}{|X_C|}$$

ويبيّن الشكل (6) الآتي رسم المتجهات، ورسم موجات الجهد والتيار في دارة المواسع:



شكل (6): رسم المتجهات ورسم الموجات للجهد والتيار في دارة المواسع

4. توصيل مواسع ومقاومة مع مصدر جهد متناوب:



شكل (7): توصيل مواسع ومقاومة مع مصدر جهد متناوب

في هذه الحالة، تصبح زاوية Z محصورة بين القيمتين 0° و -90° ، وتحسب قيمة الممانعة وَفق المعادلة الآتية:

مقدار الممانعة: $|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

زاوية الممانعة: $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_C}{R}\right)$

وتكتب الممانعة على صيغتين: $Z = R - jX_C$ أو $|Z| < -\theta$

وعند تطبيق قانون أوم؛ لإيجاد التيار المارّ في الممانعة، نحصل على الآتي:

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{|V| < 0}{|Z| < -\theta} = \frac{|V|}{|Z|} < \theta$$



مثال (2): في الدارة السابقة، إذا كانت $R = 100\ \Omega$، $C = 100\mu F$، وكانت قيمة فولتية المصدر $220\ V$، وترددها $50\ Hz$، أحسب قيمة التيار، وزاويته.

الحل:

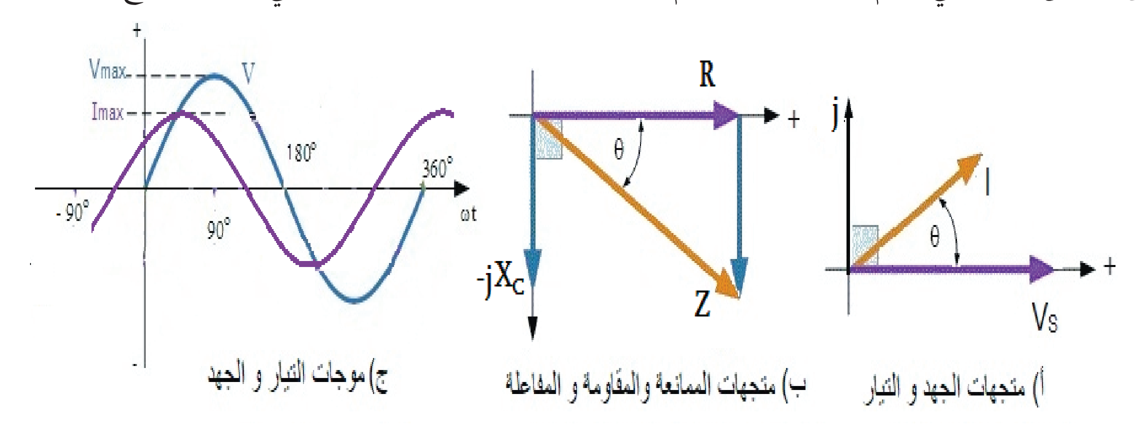
$$X_C = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{1}{2 \times \pi \times 50 \times 100 \times 10^{-6}} = 31.8\ \Omega$$

$$|Z| = \sqrt{(R^2 + X_C^2)} = \sqrt{100^2 + 31.8^2} = 104.9\ \Omega$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{-X_C}{R}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{-31.8}{100}\right) = -17.6^\circ$$

$$I = \frac{|V|}{|Z|} < \theta = \frac{220}{104.9} < 17.6^\circ = 2.1 < 17.6^\circ\ A$$

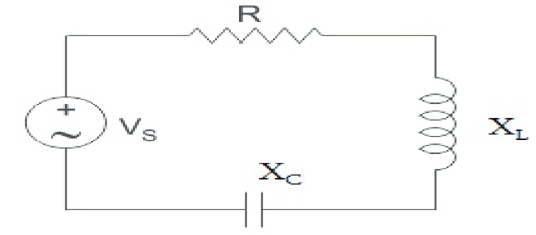
ويبيّن الشكل (8) الآتي رسم المتجهات، ورسم الموجات الكهربائية للجهد والتيار في دارة المواسع والمقاومة:



شكل (8): رسم المتجهات ورسم الموجات الكهربائية للجهد والتيار في دارة المواسع والمقاومة.

وفي الحالة المثالية، إذا أصبحت الزاوية صفراً، فنقول: إنّ الحمل مادّيّ نقيّ، أمّا إذا كانت الزاوية 90^0، فنقول: إنّ الحمل سعويّ نقيّ.

5. توصيل ملف و مواسع ومقاومة على التوالي مع مصدر جهد متناوب:



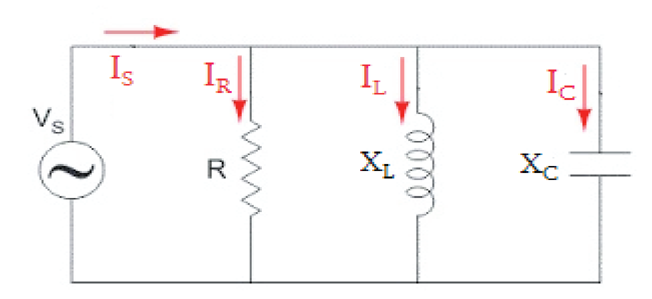
شكل (9): توصيل ملف ومواسع ومقاومة على التوالي مع مصدر جهد متناوب

في هذه الحالة، تكتب قيمة Z على النحو الآتي: $Z = R + j(X_L - X_C)$

وفي هذه التوصيلة يوجد ثلاث حالات، هي:

1. إذا كانت $X_L > X_C$، نقول: إنّ الحمل ذو طبيعة حثّيّة، وتنطبق عليه حسابات الملف والمقاومة.
2. إذا كانت $X_L < X_C$، نقول: إنّ الحمل ذو طبيعة سعويّة، وتنطبق عليه حسابات المواسع والمقاومة.
3. إذا كانت $X_L = X_C$، في هذه الحالة تصبح Z أقل ما يمكن $Z = R$، ويعامل الحمل على أنه حمل مادّيّ؛ أي مقاومة فقط.

6. توصيل ملف ومواسع ومقاومة على التوازي مع مصدر جهد متناوب:

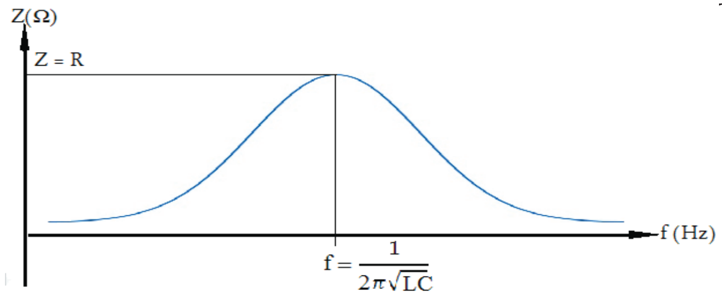


شكل (10): توصيل ملف ومواسع ومقاومة على التوازي مع مصدر جهد متناوب

تعدّ هذه الحالة من أهم الحالات في التوصيل، والتي ستتم دراستها في تحسين معامل القدرة، ويعرف توصيل ملف ومواسع على التوازي في الاتصالات بدارة الرنين، وتحدث العملية عندما تنتقل الطاقة بين الملف والمواسع ذهاباً وإياباً، وذلك بتساوي X_L و X_C، ويمكن حساب التردد الذي يتساوى عنده X_L و X_C وَفق العلاقة الآتية:

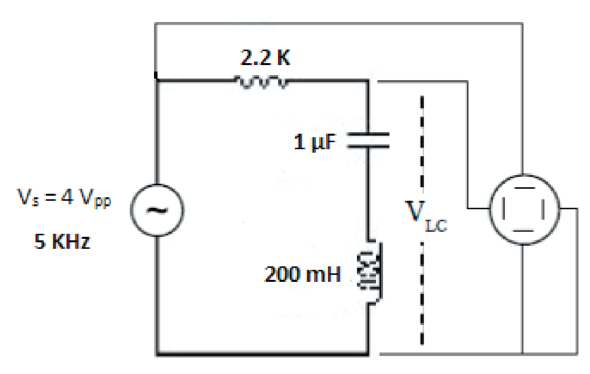
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

عند تردد الرنين، تصبح الممانعة الكهربائية أكبر ما يمكن؛ أي أن $Z = R$؛ بسبب توصيلة التوازي، والشكل الآتي يمثل منحنى الممانعة مع التردد:



شكل (11): تردد الرنين عند توصيل ملف ومواسع ومقاومة على التوازي

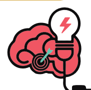
في تحسين معامل القدرة، نعمل على أن تكون الممانعة أكبر ما يمكن، لكي يقل التيار الكهربائي، فتقل القدرة الكهربائية، ويكون الجزء الأكبر من الممانعة هو المقاومة الكهربائية التي تمثل الطاقة المستفاد منها.



شكل (12): تحديد زاوية الطور عمليا

4.6 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: قياس القدرة في دارات التيار المتناوب أحادي الطور:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: اشترى أحد المزارعين مضخة ماء، قدرتها 2 HP، وكان يعاني من عدم ثبات قيمة الجهد الكهربائي الواصل للمضخة، طلب من أحد أصحاب الورش الفنية التأكد من القدرة الحقيقية الواصلة للمضخة عند كل قيمة من قيم الجهد الواصل إليها.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحللها	• أجمع البيانات من المزارع عن: ▯ قدرة المضخة. ▯ جهد تغذية المضخة. • أجمع البيانات عن: ▯ المضخات الكهربائية. ▯ طرق حساب القدرة الكهربائية. ▯ أجهزة قياس القدرة الكهربائية.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▯ طلب المزارع. ▯ كتالوجات عن أجهزة قياس القدرة. ▯ كتالوجات عن المضخات الكهربائية. • التكنولوجيا: ▯ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▯ صور عن أجهزة قياس القدرة والمضخات الكهربائية. ▯ فيديو عن أجهزة قياس القدرة والمضخات الكهربائية.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: ▯ المولدات الكهربائية. ▯ المضخات الكهربائية ▯ طرق حساب القدرة الكهربائية. ▯ أجهزة قياس القدرة الكهربائية. • تحديد خطوات العمل: ▯ توصيل جهاز الواطميتر/ فاروميتر. ▯ وضع المفتاح على وضع P(kw). ▯ قياس القدرة الفعالة P. ▯ تغيير وضع المفتاح على وضع Q(var) ▯ قياس القدرة غير الفعالة Q. ▯ قياس الجهد على طرفي الحمل وقياس التيار المارّ فيه من خلال العلاقة: $S = IV$ • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: ▯ كتالوجات حول المضخات الكهربائية ▯ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: ▯ مواقع خاصة بالمضخات الكهربائية ذات مصداقية.

أُنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: ▫ عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكد من سلامة التوصيلات. • توصيل الدارة المبينة في شكل (1). • زيادة جهد المصدر يدوياً، طبقاً للقيم الواردة في جدول (6). • تسجيل النتائج في جدول (6).	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز واطميتر / فاروميتر. • قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: ▫ كتالوجات حول المضخات الكهربائية. ▫ طلب المزارع. ▫ نشرات. ▫ صور لمضخات كهربائية. • الإنترنت: ▫ مواقع خاصة بالمضخات الكهربائية ذات مصداقية. ▫ مواقع خاصة بأجهزة قياس القدرة الكهربائية ذات مصداقية.
أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • توصيل الدارة المبينة في شكل (6). • زيادة جهد المصدر يدوياً، طبقاً للقيم الواردة في جدول (1). • تسجيل النتائج في جدول (1). • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب المزارع. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	▫ التعلم التعاوني (لعب الأدوار). ▫ الحوار والمناقشة.	• حاسوب • الوثائق: ▫ كتالوجات حول جهاز قياس القدرة. ▫ صور جهاز قياس القدرة. ▫ طلب المزارع. • الإنترنت: ▫ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات موثوقية.
أُوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: ▫ المضخات الكهربائية. ▫ طرق حساب القدرة الكهربائية. ▫ أجهزة قياس القدرة الكهربائية. • إنشاء ملف خاص بهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني للمزارع. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أُقوّم	• المقارنة بين حالة المزارع قبل التأكد من القدرة الحقيقية الواصلة للمضخة عند كل قيمة للجهد، وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا المزارع.	• الحوار والمناقشة.	• طلب المزارع. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.

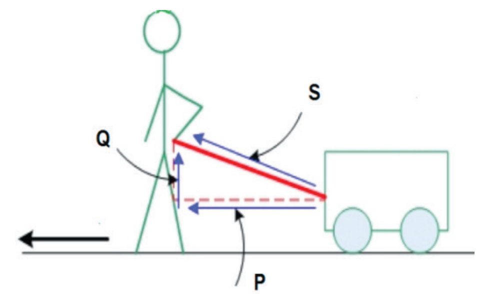
الأسئلة:



1. الشكل المجاور يمثل رسماً توضيحياً لمفهوم القدرة الحقيقية P، والقدرة الخيالية Q، والقدرة الظاهرية S، أتأمل الشكل جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:
   - أ) ما نوع القدرة الذي يتم الاستفادة منه فعلياً؟
   - ب) ما القدرة التي لا بد للحمل أن يأخذها، لكنه لا يحولها إلى أيّ شكل من أشكال الطاقة المفيدة؟
   - ج) ما قيمة معامل القدرة التقريبية لهذا النظام؟
   - د) ما العلاقة بين القدرة الظاهرية ومجموع القدرة الخيالية والقدرة الحقيقية؟
2. أحسب القدرة الظاهرية لحمل كهربائي يسحب تياراً مقداره 10 A، ويعمل على جهد مقداره 220 v.
3. أحسب التيار الكهربائي المارّ في حمل مقداره 4 kw، يعمل بجهد مقداره 240 v، إذا كان معامل القدرة 0.8.
4. أحسب القدرة الحقيقية لحمل ذي المواصفات ($Q = 4\ kVAR\ ,\ \sin\theta = 0.5$).
5. أحسب القدرة الخيالية لحمل ذي المواصفات ($V = 230\ v\ ,\ I = 8.5\ A\ ,\ \cos\theta = 0.85$).
6. أحسب معامل القدرة لمحرك قدرته 4 HP، ويسحب تياراً قيمته 18 A، ويعمل على جهد مقداره 220 v.

أتعلّم: القدرة في دارات التيار المتناوب أحادي الطور:

نشاط: الشكل المجاور يمثل رسماً توضيحياً لمفهوم القدرة الكهربائية بأنواعها الثلاثة، أتأمل الشكل جيداً،ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:



1. من ناحية كهربائية، هل تعدّ القدرة الخيالية Q معيقة لتدفق القدرة الكهربائية؟
2. لماذا نحاول التقليل من القدرة الخيالية Q في شبكات التوزيع الكهربائية؟

3 باستخدام نظرية فيثاغورس، أستنتج العلاقة بين القدرة الظاهرية S، وكل من القدرتين الخيالية Q، والحقيقية P.

4 ما فائدة تقليل القدرة الخيالية Q مع ثبات القدرة الظاهرية S؟

5 ما فائدة تقليل القدرة الخيالية Q مع ثبات القدرة الحقيقية P؟

القدرة الكهربائية: هي المعدل الزمني لتدفق الطاقة في الدارة الكهربائية، أما الطاقة الكهربائية فهي القدرة المستهلكة في وَحدة الزمن.

في دارات التيار المتناوب، هناك عناصر تخزن الطاقة، مثل الملفات (على شكل مجال مغناطيسي)، والمواسعات (على شكل مجال كهربائي)؛ ممّا يؤدي إلى انعكاسات دورية في اتجاه تدفق الطاقة، ويعود جزء من هذه القدرة إلى المصدر عندما يغير التيار اتجاهه، ولمعرفة القدرة في دارات التيار المتناوب، يجب معرفة القدرات الآتية:

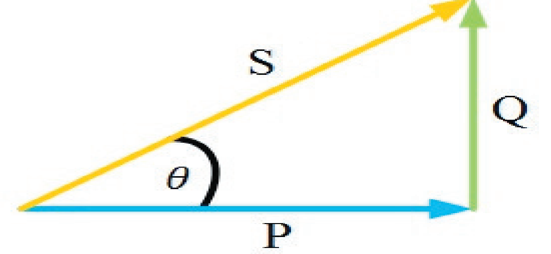
- **القدرة الحقيقية (الفعالة) (Active Power) P:** وهي القدرة المستهلكة في الأحمال المقاومية التي تتحول إلى أشكال الطاقة الأخرى، مثل الطاقة الحرارية في السخانات، أو الطاقة الحركية في المحركات، والإضاءة في المصابيح، وغيرها، وتقاس بوَحدة الواط (w).

- **القدرة الخيالية (غير الفعالة) (Reactive Power) Q:** وهي القدرة التي يخزنها الحمل على شكل مجال مغناطيسي في الملفات، أو مجال كهربائي في المواسعات، لكنه لا يحولها إلى أيّ شكل من أشكال الطاقة المفيدة، وهي قدرة لا يستفاد منها بشكل مباشر، ولكن لا يمكن الاستغناء عنها، بل إن وجود الطاقة الفعالة أحياناً يعتمد في الأصل على وجود الطاقة غيرالفعالة، كما في المحولات، والمحركات الكهربائية، وتقاس القدرة الخيالية بوَحدة (VAR)، وتختزن المحركات القدرة غير الفعالة؛ لاستخدامها في إنتاج المجال المغناطيسي الذي تبنى عليه نظرية عمل هذه المحركات، والتي تقوم بإعادة هذه الطاقة إلى المنبع مرة أخرى، مرتين كلّ دورة (حيث يكون ترددها ضعف تردد جهد المنبع).

أما في حالة الحمل السعويّ، كما في المكثفات، فيحدث الشيء نفسه، ولكن مع اختلاف الزاوية، وذلك هو أساس استخدام المكثفات في تحسين معامل القدرة.

- **القدرة الظاهرية (الكلية) (Apparent Power) S:** وهي عبارة عن محصلة القدرة الفعالة P، والقدرة غير الفعالة Q، وتقاس بوَحدة (VA).

ويبيّن الشكل الآتي رسم متجهات القدرة:



شكل (1): متجهات القدرة

تكتب سَعة الأجهزة الكهربائية بالفولت أمبير(VA)، وليس بالواط (W)؛ بسبب تغيّر قيمة الزاوية θ، وهي زاوية فرق الطور بين الجهد والتيار في الدارة الكهربائية من حمل إلى آخر، ولأنّ القدرة الظاهرية تشمل القدرة الحقيقية والقدرة الخيالية.

تكتب قدرة المحركات الكهربائية غالباً بالحصان الميكانيكي، ويرمز له بالرمزHP، وهو يعادل 746 واط.

ويسمى $\cos\theta$ معامل القدرة (P.F(Power factor، ويُعدّ من أهم المعاملات في احتساب تكلفة الطاقة الكهربائية المستهلكة، لذلك سوف نتطرق له في موقف تعليمي منفصل.

وفي حالة توصيل المقاومة R على التوالي مع كل من الملف L، والمواسع C:

$X_L = \omega L = 2\pi f L$ مفاعلة الملف، f: تردد المصدر

$X_C = 1/\omega c = 1/(2\pi f c)$ مفاعلة المواسع

$$X_L - X_C = X$$

$$Z = \sqrt{R^{2} + X^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}(X/R)$$

يمكن حساب القدرة الفعالة P بعدة طرق، هي:

$$P = I V \cos\theta = S\cos\theta = I^2R = V^2/R$$

ويمكن حساب القدرة غير الفعالة Q بعدة طرق، هي:

$$Q = I V \sin\theta = S\sin\theta = I^2X = V^2/X$$

كما يمكن حساب القدرة الظاهرية S بعدة طرق، هي:

$$S = IV = I^2Z = V^2/Z = \sqrt{(P^2 + Q^2)}$$

قياس القدرة الحقيقية P، والقدرة غير الحقيقية Q لحمل أحادي الطور:

هناك العديد من أجهزة قياس القدرة، منها ما يقتصر على قياس القدرة فقط، ومنها ما هو متعدد القياسات، ومنها ما هو ثابت على اللوحات الكهربائية (Panel meter)، ومنها ما هو محمول، والشكل الآتي يبيّن بعض أجهزة قياس القدرة:





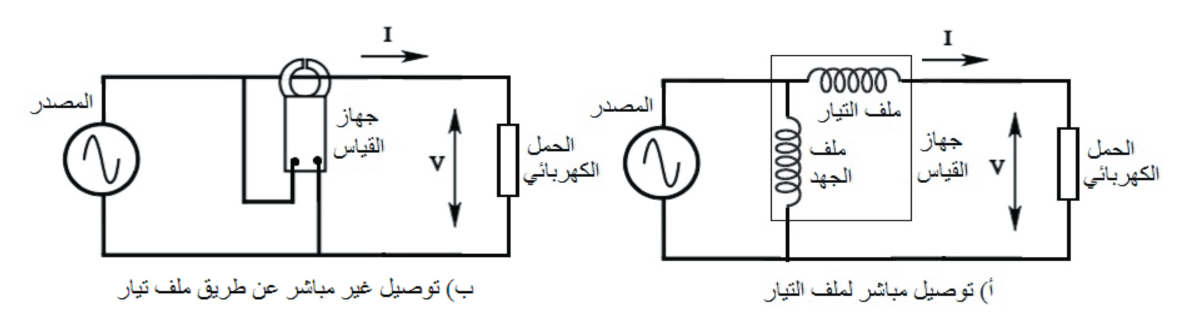






شكل(2): أجهزة قياس القدرة

تختلف أجهزة قياس القدرة بعضها عن بعض من حيث التوصيل، وهذا يرجع إلى الشركة المصنّعة لجهاز القياس، ولكن يجب في كل الحالات قياس جهد الحمل، وقياس تياره، والشكل الآتي يبيّن توصيل جهاز قياس القدرة:



شكل(3): طرق توصيل جهاز قياس القدرة

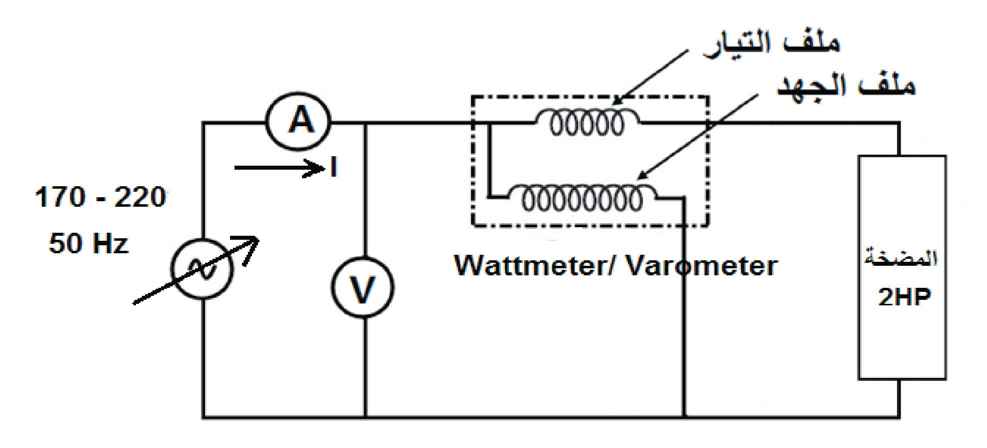
يمكن استخدام جهاز واحد، وهو جهاز الواطميتر/ فاروميتر (Wattmeter/Varometer)؛ لقياس القدرة الفعالة P، والقدرة غير الفعالة Q بطريقة مباشرة، عن طريق تغيير وضع مفتاح التعيير، إما على وضع P(KW)، أو على وضع Q(KVar)، أمّا القدرة الظاهرية S، فيتم قياسها بطريقة غير مباشرة عن طريق قياس الجهد على طرفَي الحمل، والتيار المارّ فيه، ثم يتم حساب القدرة الظاهرية من خلال العلاقة: $S = I\,V$



شكل (4): جهاز واطميتر / فاروميتر رقمي



شكل (5): جهاز واطميتر / فاروميتر تماثلي



شكل(6): توصيل جهاز قياس القدرة

تسجيل قياسات القدرة الحقيقيةP، والقدرة الخيالية Q الواصلة للمضخة عند كل قيمة من قيم الجهد الواصل إليها:

I (A)	V (v)	P (w)	Q (VAR)	S (VA)
	170			
	180			
	190			
	200			
	210			
	220			

جدول (1): قياس القدرات الواصلة للمضخة P ,Q , S

5.6 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: استخدام جهاز قياس معامل القدرة:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: اشتكى مالك إحدى العمارات من رفض شركة توزيع الكهرباء ربط عمارته بشبكة الكهرباء؛ بسبب عدم توصيل مواسعات تحسين معامل القدرة مع مصابيح الفلوريسنت المستخدمة، وطلب من أحد أصحاب الورش الفنية حل المشكلة.

العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من مالك العمارة عن: ▫ طبيعة الأحمال الكهربائية في العمارة. ▫ أنواع مصابيح الفلوريسنت المستخدمة في العمارة. ▫ عدد مصابيح الفلوريسنت المستخدمة في العمارة. • أجمع البيانات عن: ▫ أنواع مصابيح الفلوريسنت، والخصائص الفنية لكل منها. ▫ القوانين المعمول بها فيما يتعلق بتدني معامل القدرة في شركات الكهرباء في المنطقة. ▫ طرق حساب معامل القدرة. ▫ طرق تحسين معامل القدرة. ▫ العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في المهمة.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب مالك العمارة. ▫ كتالوجات عن مصابيح الفلوريسنت. ▫ كتالوجات عن أجهزة قياس معامل القدرة. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ صور عن مصابيح الفلوريسنت. ▫ صور عن أجهزة قياس معامل القدرة. ▫ فيديو عن مصابيح الفلوريسنت، وأجهزة قياس معامل القدرة.

أخطط أقرر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها حول: - طبيعة الأحمال الكهربائية في العمارة - أنواع مصابيح الفلوريسنت المستخدمة في العمارة، والخصائص الفنية لكل منها. - عدد مصابيح الفلوريسنت المستخدمة في العمارة. - القوانين المعمول بها فيما يتعلق بتدني معامل القدرة في شركات الكهرباء في المنطقة. - طرق حساب معامل القدرة. - طرق تحسين معامل القدرة. • تحديد خطوات العمل: - قياس معامل القدرة قبل توصيل المواسع باستخدام جهاز قياس معامل القدرة. - تحديد المواسع المناسب للملف الخانق وَفق تعليمات الشركة الصانعة. - توصيل المواسع الذي تم تحديد قيمته بناء على تعليمات الشركة الصانعة. - قياس معامل القدرة بعد توصيل المواسع. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• الوثائق: - كتالوجات حول أجهزة قياس معامل القدرة. - صور لجهاز قياس معامل القدرة. - البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: - مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات مصداقية.
أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: - عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكد من سلامة التوصيلات. • قياس معامل القدرة قبل توصيل المواسع باستخدام جهاز قياس معامل القدرة. • تحديد المواسع المناسب للملف الخانق وَفق تعليمات الشركة الصانعة. • توصيل المواسع الذي تم تحديد قيمته بناء على تعليمات الشركة الصانعة. • قياس معامل القدرة بعد توصيل المواسع.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز قياس معامل القدرة. • مواسعات مناسبة • قرطاسية. • حاسوب • الوثائق: - كتالوجات عن أجهزة قياس معامل القدرة. - طلب صاحب العمارة. - صور أجهزة قياس معامل القدرة. • الإنترنت: - مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات مصداقية.

أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والإنتباه إلى: توصيل المواسع المناسب بناء على الحسابات السابقة. إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب مالك العمارة. إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (لعب الأدوار). • الحوار والمناقشة.	• حاسوب • الوثائق: كتالوجات حول جهاز قياس معامل القدرة. صور لجهاز قياس معامل القدرة. طلب صاحب العمارة. • الإنترنت: مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات موثوقية.
أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: طبيعة الأحمال الكهربائية في المصنع القوانين المعمول بها فيما يتعلق بتدني معامل القدرة في شركات الكهرباء في المنطقة. طرق حساب معامل القدرة. طرق تحسين معامل القدرة. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لمالك العمارة. • إعداد تقرير كامل بالعمل	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين التيار الذي يسحبه مصباح الفلوريسنت قبل وبعد توصيل المواسع. • أعبئ نموذج التقييم. • رضا مالك العمارة.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب العمارة. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.



الأسئلة:

1 الصورة المجاورة هي لملف خانق يستخدم مع مصباح الفلوريسنت، بعد الاطلاع على الصورة، أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ ما قيمة معامل القدرة في حالة استخدام هذا الملف الخانق مع مصباح فلوريسنت قدرته 40 واط؟

ب ما قيمة التيار المسحوب في حالة استخدام هذا الملف الخانق مع مصباح فلوريسنت قدرته 40 واط؟

ج هل قيمة معامل القدرة مطابقة لمواصفات شركات الكهرباء العاملة في فلسطين؟

د ما قيمة المواسع اللازم توصيله على التوازي مع مصباح الفلوريسنت لتحسين معامل القدرة؟

2 حمل كهربائي قدرته 500 w، يغذيه مصدر بقدرة 600 VA، أحسب قيمة معامل قدرة الحمل.

3 حمل كهربائي قدرته 750 w، عندما يعمل على جهد مقداره 230 V يسحب تياراً مقداره 3.5 A أحسب قيمة معامل قدرة الحمل.

4 محرك كهربائي يمتلك المواصفات الآتية: (2 HP , 220 V, 10 A)، ما قيمة المواسع الذي يجب إضافته لجعل معامل القدرة 0.92؟

5 ما الفائدة من تحسين معامل القدرة؟ وكيف يتم ذلك؟



أتعلّم: جهاز قياس معامل القدرة:

نشاط: الصورتان المجاورتان هما لجهازي قياس، أتمعن الصورتين جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:



1 ماذا يقيس هذان الجهازان؟



2 ما المقصود بالكلمات LEAD و LAG؟

3 ماذا تعني الأحرف الظاهرة ϕ cos/cap/ ind؟

4 لماذا تقع القيمة 1 في منتصف المسافة في جهاز القياس؟

5 هل هذا النوع من الأجهزة تماثلي أم رقمي؟

6 ماذا يعني أن تكون قراءة مؤشر الجهاز1؟

7 ما قيمة معامل القدرة لحمل تم توصيله مع مصدر جهد DC؟



يُعدّ معامل القدرة من أهم المعاملات في احتساب الطاقة الكهربائية المستهلكة؛ فهو يمثل نسبة القدرة التي يستفيد منها المستهلك بالنسبة للقدرة التي تصل إليه، ويحسب معامل القدرة وَفق المعادلة الآتية:

$$P.F = COS\ (\theta) = \frac{p}{S}$$

حيث إنّ: P.F: معامل القدرة.

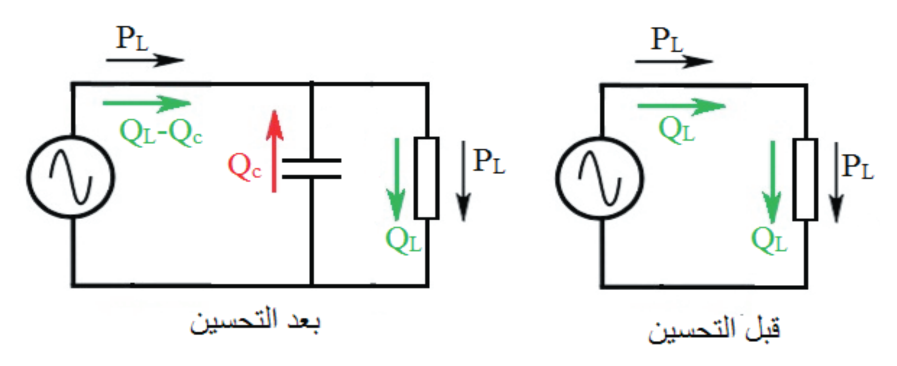
P: القدرة الحقيقية.

S: القدرة الظاهرية (الكلية).

يؤثر انخفاض معامل القدرة على كفاءة الشبكة الكهربائية، وهذا بدوره يزيد من التكاليف الثابتة والتشغيلية على الشركة المزودة للكهرباء، لذلك تفرض الشركة المزودة للكهرباء غرامات مالية عالية قد تفوق رسوم الكهرباء المحصَّلة، ولفهم

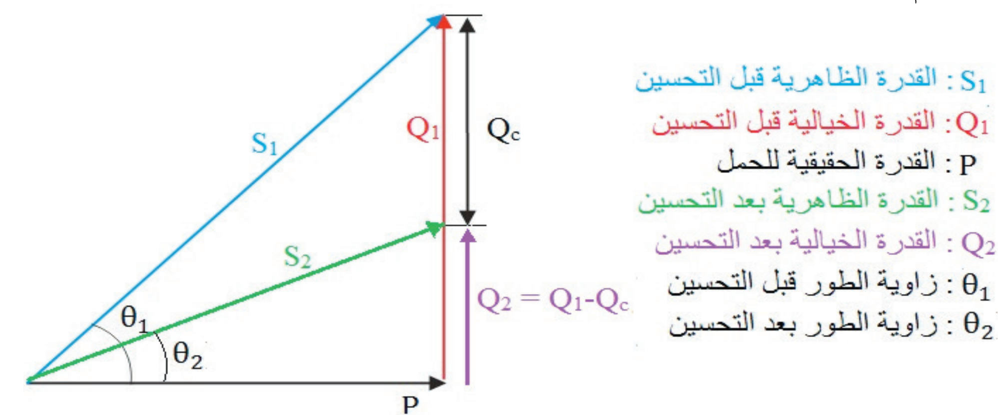
الأمر، نضرب مثالاً لأحد المصانع، إذا أردنا تزويده بالكهرباء وكانت قدرة المصنع 150 kw، وكان معامل القدرة له 0.6 وكانت سَعة المحول الأقرب إليه 200 kVA، فعند احتساب القدرة الكلية للمصنع، نجدها 250 kVA، وهذا يعني إضافة محول إضافي أو استبدال المحول بمحول ذي سَعة أكبر، وهذا يعني زيادة في التكاليف على الشركة الموزعة، أما عندما يكون معامل القدرة 0.95 للمصنع، فتكون القدرة الكلية له 158 kVA، وبهذا تستطيع الشركة تزويد المصنع، وتزويد أحمال أخرى معه، إضافة لذلك، فالسَعة العالية للمصنع عند معامل القدرة المنخفض تتطلب مرور تيار أعلى عند الجهد نفسه، وهذا يؤدي إلى زيادة في أقطار أسلاك التوصيل، وزيادة في أحجام أجهزة الحماية والقياس، وزيادة في طاقة المولدات، ... إلخ، والذي بدوره يؤدي إلى زيادة في التكاليف على الشركة المزودة، بحيث يبقى التحصيل من المستهلك ثابتاً، لذلك تفرض الشركة على المستهلكين تحسين معامل القدرة، أو دفع الغرامة المالية.

يمكن تحسين معامل القدرة باستخدام عدة طرق، وأكثر هذه الطرق انتشاراً وضع مواسع على التوازي مع الحمل الكهربائي، ويبيّن الشكل (1) الآتي توصيل المواسع مع الحمل، ومخطط تدفق القدرات:



شكل(1): مخطط تدفق القدرات قبل تحسين معامل القدرة وبعده

تتلخص عملية تحسين معامل القدرة بتوليد جزء من القدرة الخيالية Q عند الحمل الكهربائي باستخدام مواسع على سبيل المثال، وبذلك نقلل من قيمة القدرة الخيالية القادمة من المصدر، وبالتالي التقليل من التيار الكهربائي. والشكل (2) الآتي يبيّن رسم متجهات القدرة قبل التحسين وبعده:



شكل(2): متجهات القدرة قبل التحسين وبعد التحسين

وتحسب قيمة Q_c باستخدام المعادلة الآتية: $Q_C = P(\tan\theta_1 - \tan\theta_2)$

حيث إنّ: **P:** القدرة الحقيقية المستهلكة في الحمل.

θ_1: زاوية الطور قبل التحسين.

θ_2: زاوية الطور بعد التحسين.

ومن قانون القدرة الكهربائية:

$$Q_C = \frac{V^2}{X_C}$$

نستطيع حساب قيمة المواسع

$$C = \frac{Q_C}{2\pi f V^2}$$

ويمكن قياس معامل القدرة باستخدام أجهزة قياس متخصصة، يطلق عليها اسم جهاز قياس معامل القدرة (Power factor meter)، والشكل (3) الآتي يبيّن بعض أنواع أجهزة قياس معامل القدرة:

- من حيث عدد الأطوار التي يعمل عليها: أحادية الطور، وثلاثية الأطوار.
- من حيث مكوناته: الرقمي، والتماثلي.







شكل(3): بعض أنواع أجهزة قياس معامل القدرة

يختلف معامل القدرة المطلوب تحسينه من بلد لآخر، ففي فلسطين، تعتمد شركات توزيع الكهرباء معامل قدرة 0.92، والشكل (4) الآتي يبيّن جزءاً من اتفاقية الغرامات المفروضة على انخفاض معامل القدرة لإحدى شركات التوزيع:

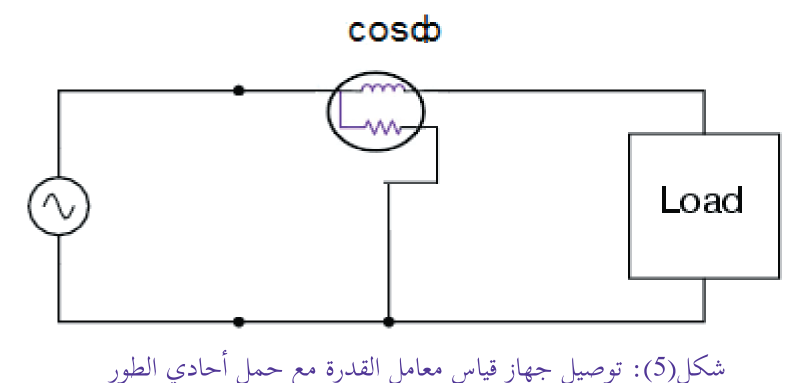
المادة الثالثة عشر
انخفاض عامل القدرة

في حالة انخفاض عامل القدرة عند المشترك عن 0.92 يترتب علية اتخاذ جميع الخطوات الضرورية وعلى حسابه الخاص لمنع الانخفاض. وفي حالة انخفاض عامل القدرة عن 0.92 يتحمل المشترك بالإضافة إلى التعرفة الطاقة الكهربائية التكلفة الآتية:

عامل القدرة عند المشترك	التكلفة الإضافية المترتبة على الفاتورة الشهرية
0.92 أو أكثر	لا شيء
اقل من 0.92 وحتى 0.70	0.77% من قيمة الفاتورة لكل 0.01 من عامل القدرة دون 0.92
اقل من 0.70 وحتى 0.60	0.95% من قيمة الفاتورة لكل 0.01 من عامل القدرة دون 0.92
اقل من 0.60 وحتى 0.50	1.20% من قيمة الفاتورة لكل 0.01 من عامل القدرة دون 0.92
ما دون 0.50	1.50% من قيمة الفاتورة لكل 0.01 من عامل القدرة دون 0.92

شكل(4): جزء من اتفاقية الغرامات المفروضة على انخفاض معامل القدرة لإحدى الشركات

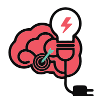
يتكون جهاز معامل القدرة عادة من ملف تيار وملف جهد كهربائي، ويبيّن الشكل (5) الآتي توصيل جهاز معامل القدرة مع حمل أحادي الطور:



شكل(5): توصيل جهاز قياس معامل القدرة مع حمل أحادي الطور

6.6 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: حساب هبوط الجهد الكهربائي:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب أحد المزارعين من أحد أصحاب الورش الفنية توصيل مضخة مياه بمصدر جهد كهربائي، وكانت المضخة على بُعد 150 متراً عن مصدر الجهد.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من المزارع عن: ▫ الجهد المقرر للمضخة. ▫ قدرة المضخة. • أجمع البيانات عن: ▫ معامل القدرة الذي تعمل عليه المضخة ▫ حسابات هبوط الجهد الكهربائي. ▫ حسابات القدرة الكهربائية. ▫ جداول تحمل الكوابل الكهربائية. ▫ العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في المهمة.	• الحواروالمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب المزارع. ▫ كتالوجات عن المضخات الكهربائية. ▫ كتالوجات عن الكوابل الكهربائية. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ صور عن المضخات الكهربائية. ▫ صور عن الكوابل الكهربائية. ▫ فيديو عن المضخات الكهربائية. ▫ فيديو عن الكوابل الكهربائية.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: ▫ الجهد المقرر للمضخة. ▫ قدرة المضخة. ▫ حسابات هبوط الجهد الكهربائي. ▫ حسابات القدرة الكهربائية. ▫ جداول تحمل الكوابل الكهربائية. • تحديد خطوات العمل: ▫ قياس الجهد عند المصدر. ▫ قياس الجهد عند الحمل. ▫ حساب نسبة هبوط الجهد. ▫ تحديد فيما إذا كانت نسبة هبوط الجهد مطابقة للمواصفات الفنية أم لا. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحواروالمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• الوثائق: ▫ كتالوجات حول المضخات الكهربائية. ▫ كتالوجات حول الكوابل الكهربائية. ▫ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: ▫ مواقع خاصة بالمضخات الكهربائية ذات مصداقية. ▫ مواقع خاصة بالكوابل الكهربائية ذات مصداقية.

أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: □ استخدام تجهيزات قص الأسلاك الكهربائية، وتعريتها. □ استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة لتمديد الأسلاك الكهربائية. □ عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التّأكد من سلامة التوصيلات. • قياس فرق الجهد الكهربائي عند المصدر V_s. • قياس فرق الجهد الكهربائي الواصل للمضخة. • حساب هبوط الجهد بين المصدر والمضخة Vdrop. • حساب نسبة هبوط الجهد بين المصدر والمضخة Vdrop(%). • قياس التيار الكهربائي الذي تسحبه المضخة. • اختيار مِساحة مقطع الكابل النحاسي المناسب للمضخة من العلاقة: $Vdrop = \frac{2pL\ I\cos\theta}{A}$	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• DMM. • قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: □ كتالوجات حول المضخات الكهربائية □ طلب المزارع. □ نشرات • الإنترنت: □ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات مصداقية.
أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • قياس فرق الجهد الكهربائي عند المصدر V_s. • قياس فرق الجهد الكهربائي الواصل للمضخة. • حساب هبوط الجهد بين المصدر والمضخة V_{drop}. • حساب نسبة هبوط الجهد بين المصدر والمضخة $V_{drop}(\%)$. • قياس التيار الكهربائي الذي تسحبه المضخة. • اختيار مِساحة مقطع الكابل النحاسي المناسب للمضخة من العلاقة: $V_{drop} = \frac{2pL\ I\cos\theta}{A}$ • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب المزارع. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (لعب الأدوار). • الحواروالمناقشة.	• حاسوب. • الوثائق: □ كتالوجات حول المضخات الكهربائية. □ صور مضخات كهربائية. □ طلب المزارع. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بالمضخات الكهربائية ذات موثوقية.

أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: □ الجهد المقرر للمضخة. □ قدرة المضخة. □ معامل القدرة الذي تعمل عليه المضخة □ حسابات هبوط الجهد الكهربائي. □ حسابات القدرة الكهربائية. □ جداول تحمل الكوابل الكهربائية. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني للمزارع. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أُقوّم	• المقارنة بين عمل مضخة المياه قبل وحساب هبوط الجهد. • رضا المزارع.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب الورشة. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.



الأسئلة:

1 أقوم بقياس الجهد الكهربائي في عدة مخارج للقدرة داخل المدرسة مع وجود حمل كهربائي مناسب، ثم أقوم بالآتي:

أ قياس الجهد عند المصدر الكهربائي.

ب حساب نسب هبوط الجهد عند المخارج الكهربائية.

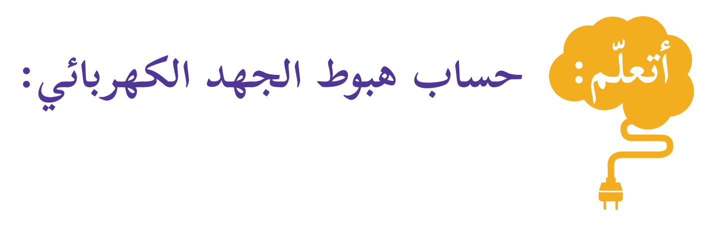
ج ترتيب نسب هبوط الجهد عند المخارج الكهربائية ترتيباً تصاعدياً.

د مطابقة نسب هبوط الجهد مع المواصفات المتبعة في التمديدات الكهربائية.

2 أحسب مِساحة مقطع موصل من النحاس لإيصال جهد قيمته 215 v لحمل كهربائي من مصدر جهد 220 v، إذا كان الحمل مادّيّاً نقيّاً، ويبعد 150 m عن المصدر، ويستهلك تياراً مقداره 10 A.

3 أحسب قيمة هبوط الجهد لحمل كهربائي يسحب تياراً قيمته 12 A، إذا كانت قيمة مقاومة الموصل $0.3\ \Omega$.

4 أبحث في الإنترنت عن العوامل المسببة لهبوط الجهد في التمديدات الكهربائية.



أتعلّم: حساب هبوط الجهد الكهربائي:

نشاط: أتمعن الصورة الآتية جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:

أ) ما قيمة جهد المصدر؟

ب) ما قيمة الجهد الواصل للخلاط الكهربائي؟

ج) ما قيمة الجهد الواصل للمصباح الكهربائي؟

د) ما مقدار الفرق بين جهد المصدر وجهد الخلاط؟

هـ) ما مقدار فرق الجهد بين المصدر والمصباح الكهربائي؟

و) أحسب نسب هبوط الجهد.

ز) هل نسب هبوط الجهد مطابقة للمواصفات الفنية في بلدك؟

يُعدّ هبوط الجهد من المعيقات التي يجب أخذها بعين الاعتبار في التمديدات الكهربائية، ولذلك يتم حساب قطر الأسلاك قبل البدء بعملية التمديدات، ويعطى هبوط الجهد كنسبة مئوية من جهد المصدر الموزع للطاقة، ولا يسمح بانخفاض الجهد عنه.

ولفهم الموضوع، إليك هذا المثال: إذا كان جهد المصدر 240 v، وكان هبوط الجهد المسموح به 2.5%، فإنّ الجهد المسموح به يكون محصوراً بين جهد المصدر 240 v و 234 v وما دون 234 v يكون خارجاً عن الحد المسموح به، إضافة إلى خروجه عن مواصفات التمديدات، ويبيّن الشكل (1) الآتي رسماً توضيحياً لهبوط الجهد:



شكل (1): هبوط الجهد

وفي التمديدات الكهربائية يرتبط مفهوم هبوط الجهد بالموصلات الكهربائية، وعليه فإنّ مقاومة الموصلات الكهربائية ينتج عنها فرق جهد كهربائي؛ بسبب مرور تيار الحمل في الموصلات.

ويمكن حساب هبوط الجهد في دارات التيار المستمر وَفق قانون أوم $V_{drop} = IR$

حيث إنّ V_{drop}: قيمة هبوط الجهد على الموصل.

I: التيار المارّ في السلك أو الموصل إلى الحمل.

R: مقاومة السلك أو الموصل.

وعند التعويض عن قيمة R، يصبح القانون: $$V_{drop} = \frac{\rho LI}{A}$$

ومن القانون أستنتج أنّ هبوط الجهد يعتمد على عدة عوامل، هي:

1. قيمة تيار الحمل I.
2. المسافة بين الحمل والمصدرL.
3. مِساحة مقطع الموصل A.
4. المقاومة النوعية للموصل ρ.

ويوجد أيضاً عوامل أخرى، كدرجة حرارة الموصل، ودرجة حرارة المحيط، والملامسات عند وجود مفاتيح أو قواطع.
تختلف قوانين حساب هبوط الجهد من حيث نوع الفولتية، أو نوع الموصلات، والقوانين الآتية تلخص هذا الاختلاف:

هبوط الجهد في حالة التيار المستمر لموصل أو سلك: $$V_{drop} = \frac{\rho LI}{A}$$

هبوط الجهد في حالة كابل التيار المستمر: $$V_{drop} = \frac{2 \rho LI}{A}$$

هبوط الجهد في حالة التيار المتناوب أحادي الطور لكابل أحادي الطور: $$V_{drop} = \frac{2 \rho LI \cos \theta}{A}$$

هبوط الجهد في حالة التيار المتناوب ثلاثي الأطوار لكابل ثلاثي الأطوار: $$V_{drop} = \frac{\sqrt{3} \rho LI \cos \theta}{A}$$

هبوط الجهد كنسبة مئوية: $$V_{drop} (\%) = \frac{V_{drop}}{V} \times 100\%$$

ولحساب هبوط الجهد، يحسب طول السلك من قطب المصدر الأول إلى قطب المصدر الثاني، وسبب وضع رقم 2 في قوانين الكابل هو احتساب طول السلك الفعلي ذهاباً وإياباً في الكابل.
وفي التمديدات المنزلية، يسمح بهبوط الجهد 3% لدارات الإنارة، و5% لدارات القدرة الكهربائية، أما التمديدات الصناعية، فيكون الحد المسموح به 5%، ويجب التنويه إلى أن هذه النسب تختلف من مكان إلى آخر وَفق المواصفات الفنية للبلد.

مثال (1):

حمل كهربائي يعمل على جهد 220 v، قدرته 5 KVA، ومعامل قدرته 0.8 موصول بكابل طوله 40 متراً، أحسب قيمة هبوط الجهد، مع العلم أنّ الموصلات مصنوعة من النحاس ($\rho = 1.68 \times 10^{-8}\ \Omega.m$)، ومِساحة مقطعها $1.5\ mm^2$:

الحل:

$$I = \frac{S}{V} = \frac{5 \times 10^3}{220} = 22.72\ A$$

مقدار هبوط الجهد:

$$V_{drop} = \frac{2pL\ I \cos\theta}{A} = \frac{2\times 1.68 \times 10^{-8} \times 40 \times 22.72 \times 0.8}{1.5\times 10^{-6}} = 16.28\ V$$

نسبة هبوط الجهد: $V_{drop}(\%) = \frac{V_{drop}}{V_S} \times 100\% = \frac{16.28}{220} \times 100\% = 7.4\%$

في المثال السابق، يُعدّ اختيار سلك ذي مِساحة مقطع $1.5\ mm^2$ غير مطابق لمواصفات التركيب؛ لأنّ نسبة هبوط الجهد 7.4 %، لذلك يصبح اختيار سلك ذي مِساحة مقطع $2.5\ mm^2$ هو الاختيار الصحيح.

نشاط: أحسب نسبة هبوط الجهد عند اختيار سلك ذي مِساحة مقطع $2.5\ mm^2$.

يجب الاهتمام جيداً باختيار مِساحة مقطع الموصل، فعلى سبيل المثال: عند حساب مِساحة مقطع موصل كانت قيمة حسابه $1.2\ mm^2$، وعند الاختيار، نختار $1.5\ mm^2$، وليس $2.5\ mm^2$، وذلك لأسباب، منها: التكلفة، وتيار القصر، فكلما قلّ هبوط الجهد ازدادت قيمة تيار القصر؛ ما يؤدي إلى تلف عناصر التمديدات الكهربائية.

مثال (2):

أحسب مِساحة مقطع موصل من النحاس؛ لإيصال جهد قيمته 216 v لحمل كهربائي من مصدر 220 v، إذا علمت أنّ الحمل ماديّ نقيّ، ويبعد 200 m عن المصدر، ويستهلك تياراً مقداره 9 A.

الحل:

هبوط الجهد:

$$V_{drop} = V_S - V_L = 220 - 216 = 4 \text{ v}$$

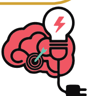
$$A = \frac{2pL\ I \cos\theta}{V_{drop}}$$

$$A = \frac{2\times 1.68 \times 10^{-8} \times 200 \times 9 \times 1}{4} = 15.12 \times 10^{-6} \text{ m}^2 = 15.12 \text{ mm}^2$$

وفي المواصفات الفنية للتمديدات، سلك 1.5 mm^2 يمرر تياراً أكبر من 9 A، وهذا يعني أنّ هذه الحالة لا تنطبق عليها المواصفات القياسية، وتسمى هذه الحالة الخاصة، ولا بدّ من الحسابات في هذه الحالة.

7.6 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: التعرف إلى المحولات الكهربائية:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: أحضرت ربة منزل إلى إحدى الورش الفنية جهازاً إلكترونياً لا يعمل عند وصله بالكهرباء، وعند الفحص، تبيّن أنّ الخلل في المحول الكهربائي الموجود داخل الجهاز.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحللّها	• أجمع البيانات من ربة المنزل عن: □ طبيعة عمل الجهاز الإلكتروني. □ سبب تلف المحول الكهربائي داخل الجهاز. • أجمع البيانات عن: □ الجهد المقرر للجهاز الإلكتروني. □ أنواع المحولات الكهربائية. □ المواصفات الفنية للمحولات الكهربائية. □ أعطال المحولات	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • البحث العلمي.	• الوثائق: □ طلب ربة المنزل. □ كتالوجات عن المحولات الكهربائية. • التكنولوجيا: □ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. □ صور عن المحولات الكهربائية. □ فيديو عن المحولات الكهربائية.
أُخطّط، وأُقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: □ سبب تلف المحول الكهربائي داخل الجهاز. □ طبيعة عمل الجهاز الإلكتروني. □ الجهد المقرر للجهاز الإلكتروني. □ أنواع المحولات الكهربائية.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• الوثائق: □ كتالوجات حول المحولات الكهربائية □ البيانات التي تم جمعها.

	▪ المواصفات الفنية للمحولات الكهربائية. ▪ أعطال المحولات الكهربائية. • تحديد خطوات العمل: ▪ فصل أطراف ملفَي المحول الابتدائي، والثانوي. ▪ قياس مقاومة الملف الابتدائي للمحول. ▪ قياس مقاومة الملف الثانوي للمحول. ▪ تبديل المحول التالف بآخر مناسب. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.		• الإنترنت: ▪ مواقع خاصة بالمحولات الكهربائية ذات مصداقية.
أُنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: ▪ الملفين الابتدائي، والثانوي في المحول، والتمييز بينهما. ▪ جهد التشغيل المقرر للملف الابتدائي. ▪ نقطة الوسط (إن وُجدت) في الملف الابتدائي، أو الثانوي. ▪ عدم تشغيل الجهاز الإلكتروني قبل التّأكد من استبدال المحول التالف بمحول آخر مناسب. • قياس مقاومة الملف الابتدائي للمحول باستخدام DMM. • إذا كان الملف الابتدائي للمحول سليماً، نقوم بقياس مقاومة الملف الثانوي للمحول باستخدام DMM. • استبدال المحول التالف بآخر مناسب.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• محول كهربائي مناسب. • قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: ▪ كتالوجات حول المحولات. ▪ طلب ربة المنزل. ▪ نشرات. ▪ صور لمحولات كهربائية. • الإنترنت: ▪ مواقع خاصة بالمحولات الكهربائية ذات مصداقية.

أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • قياس مقاومة الملف الابتدائي للمحول باستخدام DMM. • كون الملف الابتدائي للمحول سليماً نقوم بقياس مقاومة الملف الثانوي للمحول باستخدام DMM. • استبدال المحول التالف بآخر مناسب. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب ربة المنزل. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (مجموعات عمل). • الحوار والمناقشة.	• طلب ربة المنزل. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية. • مخطط توصيل المحرك ثلاثي الطور. • حاسوب. • الإنترنت (مواقع خاصة بالتمديدات الكهربائية الصناعية).
أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: ▫ سبب تلف المحول الكهربائي داخل الجهاز. ▫ طبيعة عمل الجهاز الإلكتروني. ▫ الجهد المقرر للجهاز الإلكتروني ▫ أنواع المحولات الكهربائية. ▫ المواصفات الفنية للمحولات الكهربائية. ▫ أعطال المحولات الكهربائية. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لربة المنزل. • إعداد تقرير كامل بالعمل	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين وضع الجهاز الإلكتروني قبل تبديل المحول التالف وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا ربة المنزل.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب ربة المنزل. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.

الأسئلة:

1 البيانات الآتية هي لمحول أحادي الطور، أتمعن البيانات جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

Input voltage	230 V
Frequency	50 Hz
Output voltage	115 Volts
Output current	2.1 A
Cooling	AN
Construction	Shell
Efficiency	94 %
Conductor	19 SWG (primary) & 17 SWG (sec)
Interlayer Insulation	3 mil mylar
Number of turns	418 (primary) and 218 (secondary)
Type of winding	cylindrical

أ ما جهد الملف الابتدائي لهذا المحول؟

ب كيف يمكن حساب التيار الداخل إلى المحول؟

ج كيف يمكن حساب القدرة الداخلة إلى المحول؟

د كيف يمكن حساب القدرة الخارجة من المحول؟

هـ ما سبب ضياع قسم من القدرة الداخلة إلى المحول؟

و هل هذا المحول رافع للجهد، أم خافض له؟ ولماذا؟

2 كيف يمكن زيادة التأثير المتبادل بين ملفين؟

3 لماذا تعطى القدرة المقررة لمحولات القدرة بوَحدة الفولت أمبير (VA) وليس بالواط؟

4 لماذا يستخدم محول التيار في أجهزة قياس التيار المتناوب؟

5 أفسّر: في المحولات الخافضة للجهد، يتلف الملف الابتدائي في حالة حدوث قصر على الملف الثانوي.

6 أبحث في الإنترنت عن استخدامات المحول النبضي.

أتعلّم: المواصفات الفنية للمحولات



نشاط: الصورة المجاورة هي لمحول قلب حلقي (Toroidal core)، أكتب تقريراً عن الخصائص الفنية لهذا المحول، ثم أبحث في الإنترنت عن مجالات استخدام محولات القلب الحلقي، ومزايا هذا النوع مقارنة بالأنواع الأخرى من المحولات.

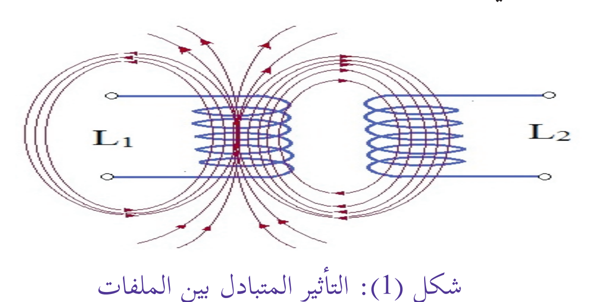


يعد المحول من الأجهزة الكهربائية، التي بوساطتها تنقل القدرة الكهربائية من دارة إلى أخرى، عن طريق التأثير الكهرومغناطيسي المتبادل بين ملفين، مع إمكانية رفع الجهد أو التيار، أو خفضه في الدارة الثانية، وبما

أنّ القدرة الداخلة إلى المحول تساوي القدرة الخارجة منه في الحالة المثالية، فيمكن العمل على رفع الجهد في الدارة الثانية على حساب انخفاض التيار، والعكس صحيح.

يعتمد عمل المحول على مبدأ التأثير المتبادل للملفات المتجاورة، وتختلف المحولات من حيث القدرة الكهربائية التي يمكن نقلها بوساطتها من دارة إلى أخرى، فتتراوح بين المحولات الضخمة المستخدمة في شبكات نقل الطاقة الكهربائية وتوزيعها التي تنقل قدرة تقاس بالميغا واط (MW)، والمحولات الصغيرة المستخدمة في أجهزة الاتصالات التي تنقل قدرة صغيرة تقاس بالميلي واط (mW).

التأثير المتبادل: عندما يتغير المجال المغناطيسي في ملف، يولد هذا التغير بالتأثير جهداً في ملف آخر مجاور له، كما هو مبين في الشكل (1)، وهذه الظاهرة تعرف باسم التأثير المتبادل، فإذا وُصل الملف الابتدائي (L1) بمصدر تيار متغير، يتولد حول هذا الملف مجال مغناطيسي متغير أيضاً، حيث يتغير وَفق تغيّر شدة التيار المارّ في الملف، فيؤثر في الملف الثاني (L2)، ويولد فيه جهداً بالتأثير.



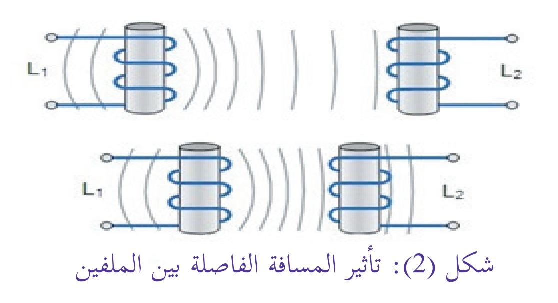
شكل (1): التأثير المتبادل بين الملفات

وبذلك يمكن القول: إنّ الطاقة الكهربائية انتقلت من دارة الملف الابتدائي (L1) إلى دارة الملف الثانوي (L2) دون اتصال كهربائي مباشر بين الملفين.

ويقاس مقدار التأثير المتبادل بين ملفين بالوحدات الخاصة بالتأثير الذاتي؛ أي الهنري نفسها، فيكون التأثير المتبادل بين (L1) و (L2) هنري واحد، إذا تولد جهد مقداره (1) فولت بين طرفَي الملف الثانوي (L2)؛ نتيجةً لتغيّر قيمة التيار في الملف الابتدائي (L1) بمقدار أمبير واحد في الثانية.

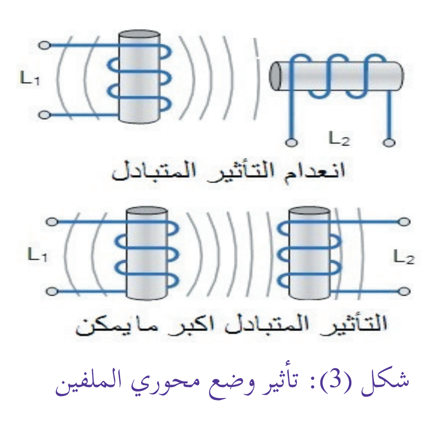
ويمكن زيادة التأثير المتبادل بين ملفين بالطرق الآتية:

1. تقليل المسافة الفاصلة بين الملفين:



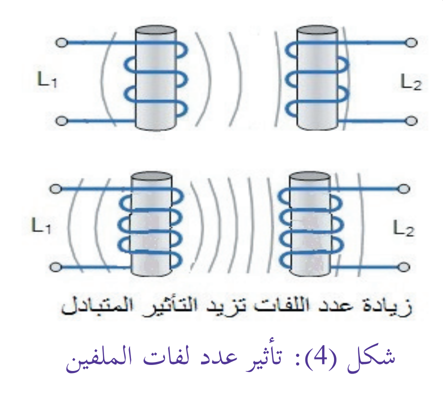
شكل (2): تأثير المسافة الفاصلة بين الملفين

2. وضع الملفين، بحيث يكون محوراهما متوازيين، حيث ينعدم التأثير المتبادل في الوضع الذي يتعامد فيه محورا الملفين، ويستفاد من هذه الظاهرة عندما يراد حماية ملف من تأثير المجال المغناطيسي لملف آخر قريب منه.



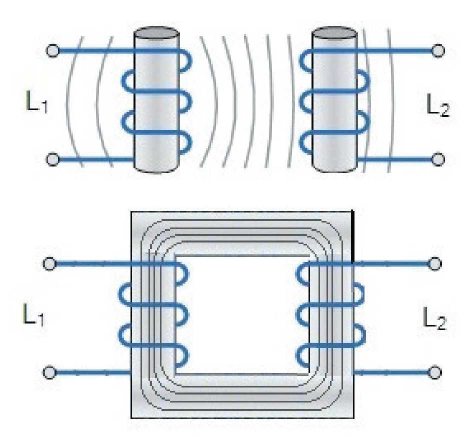
شكل (3): تأثير وضع محوري الملفين

3. زيادة عدد اللفات لكلا الملفين.



شكل (4): تأثير عدد لفات الملفين

4. نوع الوسط الفاصل بين الملفين، حيث يزداد التأثير المتبادل عند استخدام وسط ذي إنفاذية مغناطيسية عالية كالحديد، ويبيّن الشكل (5) الآتي طريقة زيادة التأثير المتبادل بوساطة قلب حديدي:



شكل (5): تأثير نوع الوسط الفاصل بين الملفين

معامل الربط:

يشير معامل الربط إلى مدى تأثّر لفّات أحد الملفين بالمجال المغناطيسي للملف الآخر، فإذا فرضنا أنّ كل خطوط المجال المغناطيسي لأحد الملفين تتقاطع مع كل لفات الآخر، فإنه يقال: إنّ معامل الربط يساوي الواحد، أمّا في الحالة التي لا تتقاطع فيها جميع خطوط المجال المغناطيسي مع كل اللفات الخاصة بالملف الآخر، وهي الحالة العامة، فيكون معامل الربط أقل من الواحد الصحيح، ويعطى التأثير المتبادل في هذه الحالة بالمعادلة الآتية:

$$K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

حيث:

M = التأثير المتبادل بين الملفين بالهنري.

L_1= التأثير الذاتي للملف الأول بالهنري.

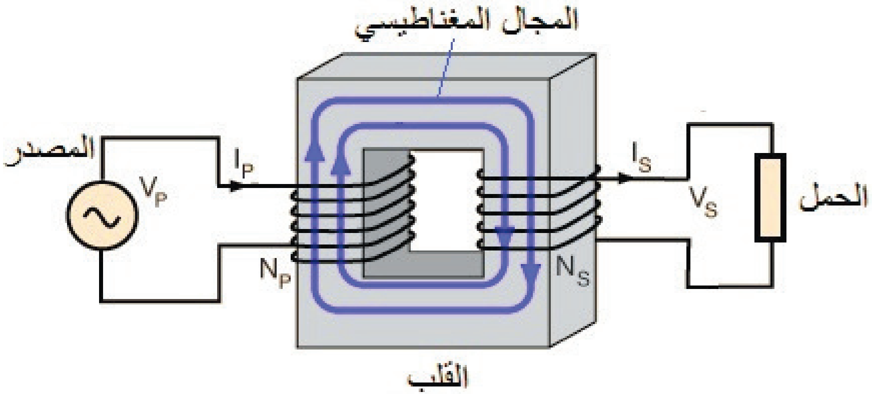
L_2= التأثير الذاتي للملف الثاني بالهنري.

K = معامل الربط المغناطيسي، وهو كسر عشري يقل عن الواحد الصحيح.

وتتراوح قيمة معامل الربط من 0.98 أو 0.99 في بعض محولات القدرة التي تستخدم قلباً حديدياً، إلى ما يقل عن 0.05 أو 0.01 في بعض المحاولات الراديوية التي تستخدم قلباً هوائياً.

تركيب المحول:

يتكون المحول الكهربائي من ملف ابتدائي (Primary Winding) يوصل بمصدر التيار المتغير (AC)، وملف ثانوي (Secondary Winding) يوصل بالحمل الكهربائي، كما هو مبين في الشكل (6) الآتي، ويتم لف الملفين على قلب حديدي (Iron Core)؛ ليزيد من التأثير المتبادل بينهما، ويستخدم المحول في رفع قيمة الجهد الكهربائي، أو خفضها؛ تبعاً للحاجة:



شكل (6): تركيب المحول

القلب الحديدي:

يتكون القلب الحديدي من رقائق الحديد التي تُعزل بطلائها بالورنيش، أو أيّ مادة عازلة أخرى، ويبلغ سُمك كل منها 0.35 ملم تقريباً، وتجمع هذه الرقائق معاً بشكل قوي؛ للحد من الفجوات الهوائية بينها، ولتشكل مساراً متصلاً للمجال المغناطيسي الناتج من سريان التيار الكهربائي في الملف الابتدائي للمحول، ويمكن تقسيم القلوب الحديدية إلى ثلاثة أنواع أساسية، هي:

أ. القلب الحديدي المغلق (Closed Core):

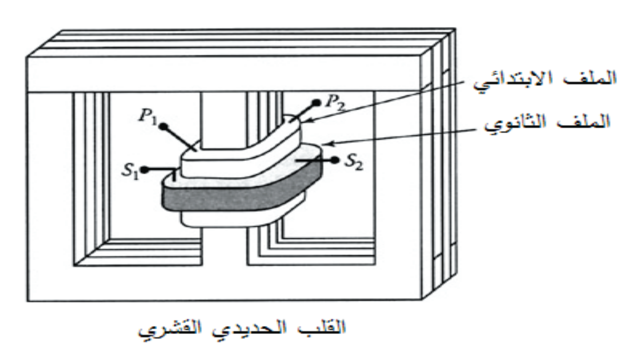
هو عبارة عن حلقة مستطيلة الشكل، تُصنع من صفائح الحديد السليكوني، وتشكل مساراً مغلقاً للمجال المغناطيسي؛ لزيادة الربط المغناطيسي بين ملفَي المحول، ويقسم الملف الابتدائي إلى نصفين متساويين، يُلفّ النصف الأول على الذراع الجانبي الأول، ويُلفّ النصف الثاني على الذراع الجانبي الآخر، وكذلك الحال بالنسبة للملف الثانوي.



شكل (7): القلب الحديدي المغلق

ب. القلب الحديدي القشري (Shell Core):

يستخدم هذا النوع دارة مغناطيسية مزدوجة، كما يتضح من الشكل(8) الآتي، حيث تُلفّ الملفات على الذراع الوسطية، ويكون القلب الحديدي محيطاً بهذه الملفات، ويتم ترتيب كلّ من الملفين الابتدائي، والثانوي على شكل طبقات متعاقبة معزولة عن بعضها بشكل جيد، والقلب القشري يزيد الربط المغناطيسي بين الملف الابتدائي، والملف الثانوي؛ ممّا يؤدي إلى زيادة كفاءة المحول:



شكل (8): القلب الحديدي القشري

ج. القلب الحلقي (Toroidal core):

يكون القلب الحلقي على شكل حلقة مستديرة، تُلفّ حولها ملفات المحول، بحيث تكون لفات الطرف الابتدائي إلى الداخل، ولفات الطرف الثانوي إلى الخارج، ومحيطة بها، كما في الشكل (9) الآتي، ويثبت المحول الحلقي داخل الجهاز الكهربائي بوساطة قرص معدني ببرغي:



شكل (9): القلب الحلقي

معادلة المحول:

يمكن احتساب قيمة الجهد أو التيار في المحول المثالي، عن طريق المعادلة الآتية:

$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S} = \frac{I_S}{I_P}$$

حيث إنّ N_P: عدد لفات الملف الابتدائي.

N_P: عدد لفات الملف الثانوي.

V_P: جهد الملف الابتدائي.

Vs: جهد الملف الثانوي.

I_P: تيار الملف الابتدائي.

I_s: تيار الملف الثانوي.

مثال (1):

أحسب قيمة جهد الملف الثانوي لمحول كهربائي، إذا علمت أنّ عدد لفات الملف الابتدائي 1833 لفة، وعدد لفات الملف الثانوي 100، وأنّ جهد الملف الابتدائي 220 v.

الحل:

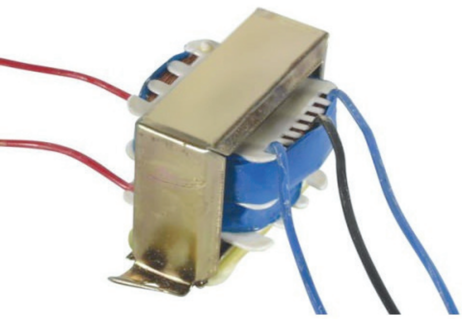
$$\frac{N_P}{N_S} = \frac{V_P}{V_S}$$

$$V_S = \frac{V_P}{N_P} N_S = \frac{220 \times 100}{1833} = 12 \text{ V}$$

أنواع المحولات:

أ. محول القدرة (Power Transformer):

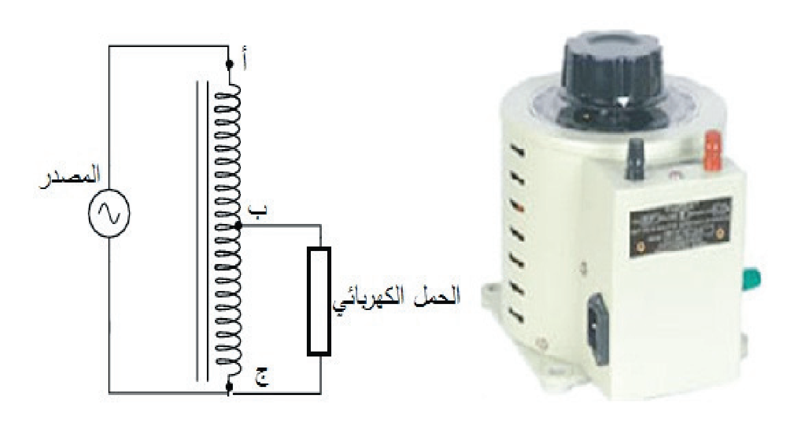
تستخدم محولات القدرة في مداخل وحدات التغذية في الأجهزة الإلكترونية، ويكون من النوع ذي القلب الحديدي، والهدف منه خفض الجهد العامّ (220 V AC) إلى قيمة مناسبة، وذلك وَفق حاجة الجهاز الإلكتروني. ويمكن استخدام أكثر من ملف ثانوي، بحيث تخرج من الطرف الثانوي للمحول فولتيات مختلفة، ألاحظ الشكل (10) الآتي:



شكل (10): محول القدرة

ب. المحول الذاتي (Auto Transformer):

يتكون المحول الذاتي من ملف واحد مشترك بين الجانبين الابتدائي، والثانوي؛ ما يوفر كمية الأسلاك النحاسية المستعملة، ويخفض حجمه، ووزنه، وكلفته. ويوضح الشكل (11) الآتي تركيب المحول الذاتي الخافض، فيمثل الجزء (أ ب) الملف الابتدائي، والجزء (ج ب) الملف الثانوي:



شكل (11): المحول الذاتي

يستخدم المحول الذاتي لرفع أو خفض الجهد عندما تكون نسبة التحويل المطلوبة غير مرتفعة، وعندما يكون العزل الكهربائي بين الملفين الابتدائي، والثانوي غير ضروري.

ج. محول العزل (Isolation Transformer):

يستخدم محول العزل في ورشات الصيانة؛ لعزل بعض الأجهزة والمعدات عن الشبكة الكهربائية العمومية؛ لتفادي الصدمات الكهربائية أثناء العمل، ويكون جهد الملف الثانوي مساوياً لجهد الملف الابتدائي؛ أي أنّ نسبة تحويل الجهد تساوي 1، ويوضح الشكل (12) الآتي بعض أنواع محولات العزل:



شكل (12): محول العزل

د. محول التوفيق (Matching Transformer):

يستعمل محول التوفيق لربط دارتين كهربائيتين معاً، بحيث يعمل على التوفيق بين ممانعة الخرج للدارة الأولى، وممانعة الدخل للدارة الثانية؛ لضمان نقل أقصى قدر من الطاقة، ويبيّن الشكل (13) الآتي بعض أنواع محولات التوفيق:



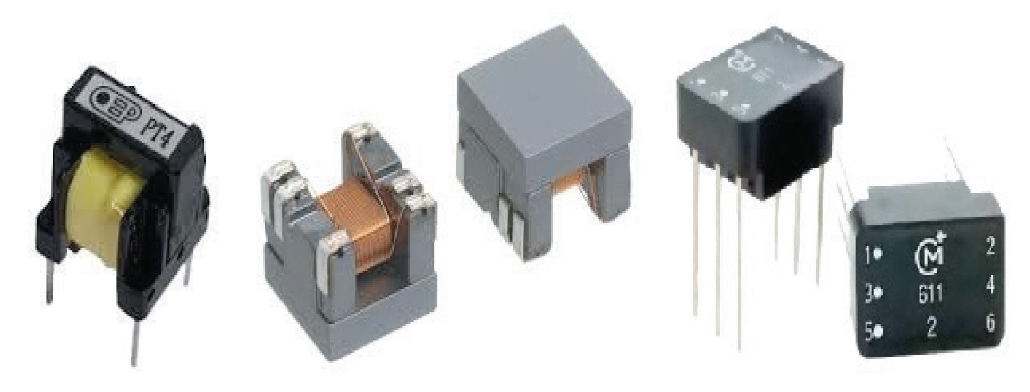
شكل (13): محول التوفيق

ولفهم الأمر، نفرض أنه يوجد لدينا مضخم صوت ممانعة خرجه يساوي 3600 أوم، ونريد وصله مع سماعة ممانعتها 8 أوم، عند ذلك يجب استخدام محول ذي نسبة لفات مناسبة لتوفيق هاتين الممانعتين وَفق القانون:

$$\frac{N_P}{N_S} = \sqrt{\frac{Z_P}{Z_S}}$$

هـ. المحول النبضي (Pulse Transformer):

وهو محول مصمم ليعمل على النبضات، وعلى نطاق عريض من الترددات (من 1 إلى 100 كيلوهيرتز)، ويكون من النوع ذي قلب الفرايت، ويبيّن الشكل (14) الآتي بعض أنواع المحولات النبضية:



شكل (14): المحولات النبضية

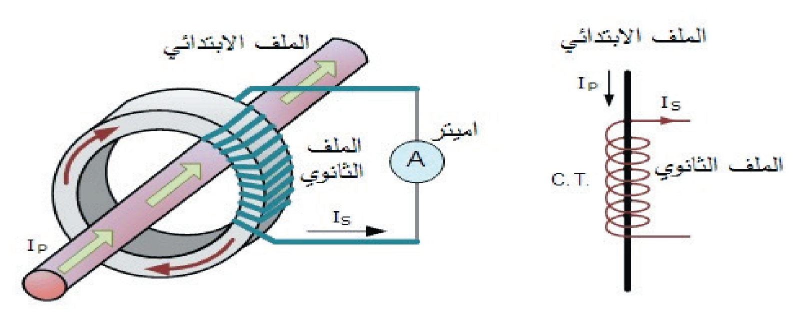
و. محول التيار (Current Transformer):

يستخدم محول التيار في أجهزة قياس التيار المتناوب، والشكل (15) الآتي يبيّن بعض أنواع محولات التيار:



شكل(15): محول التيار

يتكون محول التيار من قلب حديدي، يُلفّ حوله الملف الثانوي، ويعتمد عدد لفاته على نسبة التحويل المراد التحويل إليها، ويكون القلب دائري الشكل، يوجد في وسطه فجوة؛ لتمرير السلك المراد قياس التيار فيه، حيث يمثل هذا السلك الملف الابتدائي، كما في الشكل (16) الآتي:



شكل(16): تركيب محول التيار

ويستخدم محول التيار؛ لقياس قيمة التيار المتناوب المارّ في الموصل، حيث تتم العملية كما يأتي:

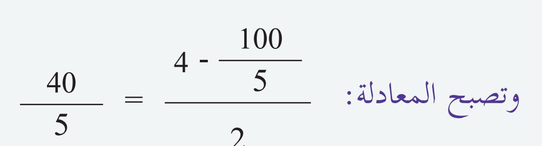
1. يشكل التيار المتناوب في الموصل مجالاً مغناطيسياً متناوباً حول ذلك الموصل.
2. يؤدي المجال المغناطيسي المتناوب إلى توليد تيار كهربائي متناوب في الملف الثاني للمحول وَفق قانون الحث.
3. قيمة التيار المتولد في الملف الثانوي للمحول صغيرة، وتتناسب مع نسبة عدد اللفات.
4. يتم توصيل أطراف الملف الثاني مع جهاز قياس التيار (أميتر)؛ لقياس قيمة التيار. وهذه الطريقة تستخدم عند الحاجة إلى قياس تيارات ذات قيم عالية (عدة مئات من الأمبير)، فمثلاً: يصعب توفير جهاز لقياس تيار قيمته 600 أمبير مباشرة، ولكن عند استخدام محول التيار يمكن استعمال أميتر مداه يتراوح من 5-0 أمبير؛ لقياس هذه القيمة العالية من التيار.

ويمكن تغيير نسبة التحويل لمحول التيار، من خلال زيادة لفات الملف الابتدائي داخل الحلقة، أو من خلال زيادة عدد لفات الملف الثانوي، أو تقليلها، وَفق المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة التحويل الفعلية} = \frac{\text{نسبة التحويل المقدرة} \pm \text{عدد لفات الملف الثانوي عبر فجوة المحول}}{\text{عدد لفات الملف الابتدائي عبر فجوة المحول}}$$

مثال (2) : يراد تحويل نسبة التحويل لمحول تيار من 5:100 إلى 5:40.

الحل: نسبة التحويل الفعلية: 5:40



وتصبح المعادلة: $\frac{4 - \frac{100}{5}}{2} = \frac{40}{5}$

ويمكن ذلك من خلال تمرير 4 لفات من الملف الثانوي عكس الملف الأصلي، ولفتين من الملف الابتدائي.

يستخدم محول التيار في أجهزة قياس التيار، ويطلق عليه اسم الملقط الكلامبميتر (clamp meter)، ويبيّن الشكل (17) الآتي أحد أجهزة قياس التيار:



شكل(17): جهاز قياس التيار (كلامبميتر)

المواصفات الفنية للمحول:

يمكن تعريف المواصفات الفنية للمحول بأنها تلك الخواصّ التي تميزه عن أيّ محول آخر، ويتعلق بعض هذه المواصفات بشكل المحول، وتركيبه، ويمكن معرفتها بالنظر، كأن يكون المحول ذا قلب حديدي، أو هوائي، أو من الفرايت، أما المواصفات الأخرى فتعطيها الشركة الصانعة، وتطبع على المحول نفسه، وأهم هذه المواصفات ما يأتي:

1. جهد الطرف الابتدائي: وهو الجهد الذي يمكن توصيله بالملف الابتدائي دون أن يحدث أي ضرر بالملف.
2. جهد الطرف الثانوي: وهو الجهد الذي يظهر على الأطراف الثانوية للمحول، عند تغذية الملف الابتدائي بالجهد المقرر له.
3. التيار الثانوي الأقصى: وهو أقصى تيار يمكن أن يسحبه الحمل من المحول دون تلفه.
4. قدرة المحول: تعطي القدرة المقررة لمحولات القدرة بوَحدة الفولت أمبير (VA)، وليس بالواط، وهذه الطريقة تحدد أقصى قيمة للتيار الذي يمكن سحبه من المحول، بغض النظر عن قيمة معامل قدرة الحمل.

أعطال المحولات:

يمكن تقسيم أعطال المحولات إلى فئتين، هما:

أ. الأعطال الكلية: هي الأعطال التي لا يعمل فيها المحول نهائياً، على الرغم من تزويد ملفه الابتدائي بفولتية التغذية المقررة، والأسباب المتوقعة هي:

1. تلف الملف الابتدائي؛ نتيجة ارتفاع جهد المصدر عن الجهد المقرر للمحول.
2. تلف الملف الثانوي؛ نتيجة سحب الحمل تياراً أعلى من التيار المقرر؛ بسبب وجود قصر (S.C) في الحمل، أو وصل حمل أكبر من الحمل المقرر للمحول.

ب. الأعطال الجزئية: وفي هذه الحالة لا يؤدي المحول عمله بالشكل المطلوب، كأن تتدنى فولتية الطرف الثانوي، أو يسحب الطرف الابتدائي تياراً أعلى من المقرر، أو ترتفع درجة حرارة المحول بشكل ملحوظ، والأسباب المتوقعة هي:

1. حدوث قصر جزئي بين لفات أحد ملفات المحول.
2. حدوث قصر (تلامس) بين الملفين الابتدائي، والثانوي.
3. حدوث قصر بين أحد الملفين، والقلب الحديدي.

8.6 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: استخدام جهاز الكلامبميتر (Clampmeter):

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب أحد المزارعين من أحد الفنيين قياس قيمة التيار الذي تسحبه مضخة كهربائية قام بتركيبها مؤخراً؛ للتأكد من ملائمة القاطع الآلي المصغر MCB الموجود في لوحة التوزيع الفرعية لها.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من المزارع عن: كون المضخة أحادية الطور أم ثلاثية الأطوار. الجهد الذي تعمل عليه المضخة التيار المقنن In للقاطع الآلي المصغرMCB الذي تم توصيل المضخة إليه. قدرة المضخة. مِساحة مقطع الكابل الكهربائي الموصل بين المضخة والقاطع الآلي المصغرMCB. • أجمع البيانات عن: أنواع المضخات الكهربائية. المواصفات الفنية للمضخات. العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في المهمة.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار). • البحث العلمي.	• الوثائق: طلب المزارع. كتالوجات عن المضخات الكهربائية. كتالوجات عن أجهزة الكلامبميتر. • التكنولوجيا: الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. صور عن المضخات الكهربائية. صور عن أجهزة الكلامبميتر فيديو عن المضخات الكهربائية. فيديو عن أجهزة الكلامبميتر.

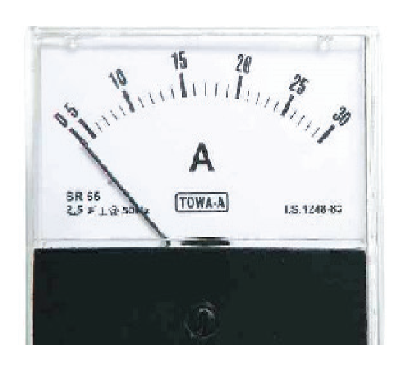
أخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: □ أنواع المضخات الكهربائية. □ المواصفات الفنية للمضخات الكهربائية. • تحديد خطوات العمل: □ تشغيل المضخة. □ وضع الكلامبميتر حول خط الفاز الواصل إلى المضخة. □ التأكد من ملائمة القاطع الآلي المصغر MCB للمضخة. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • العمل التعاوني (لعب الأدوار).	• الوثائق: □ كتالوجات حول المضخات الكهربائية. □ كتالوجات حول القواطع الآلية المصغرة MCB. □ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بالمضخات الكهربائية ذات مصداقية. □ مواقع خاصة بالقواطع الآلية المصغرة ذات مصداقية.
أنفِّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: □ استخدام تجهيزات قص الأسلاك الكهربائية وتعريتها □ استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة □ عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكد من سلامة التوصيلات. • القيام بتوصيل المضخة بمصدر جهد مناسب. • القيام بقياس التيار باستخدام DMM، وتسجيل القراءة. • القيام بقياس التيار باستخدام الكلامبميتر، وذلك بإحاطة فكَّي الكلامبميتر للموصل المراد قياس شدة تياره فقط، وليس جميع الموصلات. • تسجيل قراءة الكلامبميتر.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز الكلامبميتر. • قرطاسية. • حاسوب. • الوثائق: □ كتالوجات حول جهاز الكلامبميتر. □ طلب المزارع. □ نشرات. □ صور لجهاز الكلامبميتر. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات مصداقية.

أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • سلامة التوصيلات. • توصيل المضخة بمصدر جهد مناسب. • قياس التيار باستخدام DMM، وتسجيل القراءة. • قياس التيار باستخدام الكلامبميتر، وذلك بإحاطة فكّي الكلامبميتر للموصل المراد قياس شدة تياره فقط، وليس جميع الموصلات. • تسجيل قراءة الكلامبميتر. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب المزارع. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (لعب الأدوار). • الحوار والمناقشة.	• حاسوب • الوثائق: □ كتالوجات حول الكلاكمبميتر. □ صور الكلامبميتر. □ كتالوجات حول المضخات الكهربائية. □ صور المضخات الكهربائية. □ طلب المزارع. • الإنترنت: □ مواقع خاصة بأجهزة القياس الإلكترونية ذات موثوقية.
أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: □ أنواع المضخات الكهربائية. □ المواصفات الفنية للمضخات الكهربائية. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني للمزارع. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين قراءة DMM، وقراءة الكلامبميتر. • أعبّئ نموذج التقييم. • رضا المزارع.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• طلب المزارع. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم



الأسئلة:

1 الصورة الآتية تمثل جهازي قياس، أتمعن الصورة جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:





أ ما اسما هذين الجهازين؟

ب ما وظيفتهما؟

ج ما الفروقات بين الجهازين من حيث التركيب والاستعمال؟

د أبيّن بالرسم كيف يتم توصيل كل منهما بالدارة.

2 أشرح مبدأ عمل جهاز الكلامبميتر.

3 ما وظيفة محول التيار (C.T) في جهاز الكلامبميتر؟

4 ماذا يحدث لقراءة الكلامبميتر لو تم لف السلك المارّ بين فكيه عدة لفات؟

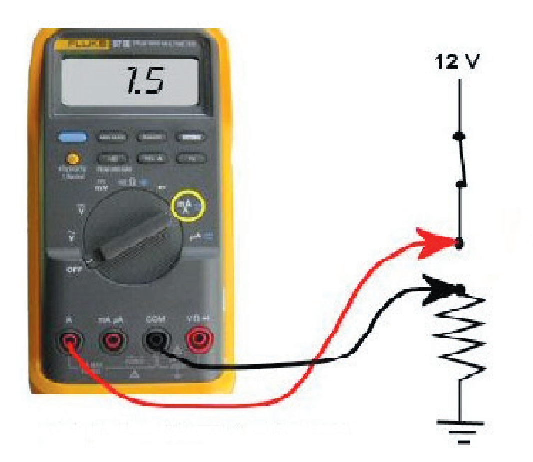
5 ما وظيفة دارة التوحيد في جهاز الكلامبميتر؟

6 لديّ محرك كهربائي ثلاثي الأطوار، يسحب تيار خط منتظماً قيمته 7 أمبير، كم تكون قراءة الكلامبميتر في حال وضعه حول موصل واحد من الموصلات الثلاثة، وكذلك في حال وضعه حول الموصلات الثلاثة في الوقت نفسه؟



جهاز الكلامبميتر

نشاط: الصورتان الآتيتان تُظهران جهازَي قياس يُستخدمان لقياس التيار، أقارن طريقة قياس التيار في الدارة الأولى بطريقة قياس التيار في الدارة الثانية.





يُعدّ جهاز الكلامبميتر من الأجهزة المهمة في المختبرات، والورشات الفنية، وفي مجال الصيانة، ومحطات القوى الكهربائية، حيث لا حاجة لفصل الدارة الكهربائية، أو قطعها لتركيب الأميتر، فهو يمكننا من قياس التيار الكهربائي، وتشخيص الأعطال بطرق آمنة وسريعة، وغير مكلفة.

وهناك نوعان من أجهزة الكلامبميتر، هما:

1. كلامبميتر رقمي (Digital Clampmeter):



شكل (1): الكلامبميتر الرقمي

2. كلامبميتر تماثلي (Analog Clampmeter):

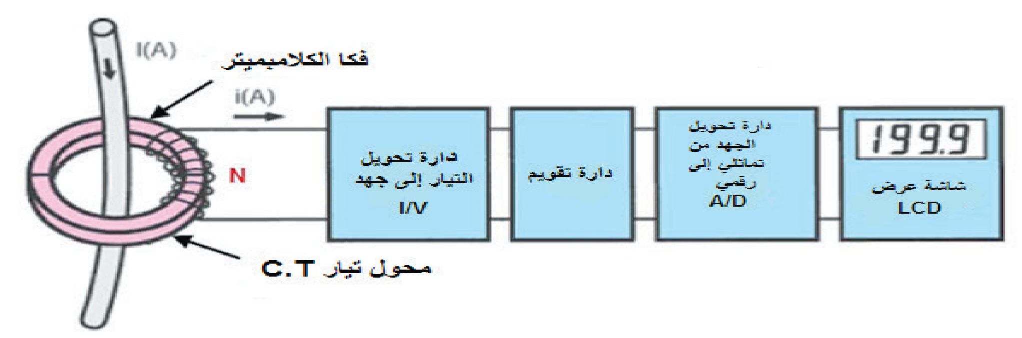


شكل (2): الكلامبميتر التماثلي

تركيب الكلامبميتر:

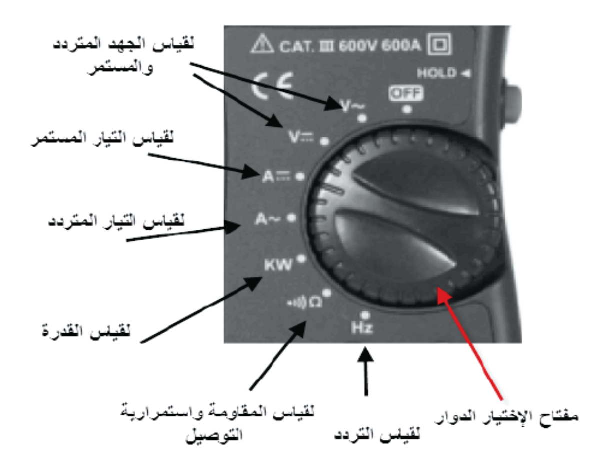
يحتوي جهاز الكلامبميتر على محول تيار (CT)؛ لتحويل التيار العالي (I) إلى تيار صغير (i) يمكن تحويله لجهد مناسب، يتم عرضه على الشاشة، ويكون فكّا الجهاز، هما الدارة المغناطيسية للمحول، ويُعدّ السلك المارّ فيه التيار الملف الابتدائي، وهو يتكون من لفة واحدة، والملف الثانوي عبارة عن عدة لفات (N) ملفوفة على القلب، فيكون التيار الثانوي (i) عبارة عن التيار الرئيس المراد قياسه (I)، مقسوماً على نسبة التحويل (N).

يتم تحويل التيار الثانوي (i) إلى جهد باستخدام دارة كهربائية؛ لتحويل التيار إلى جهد، فإذا كان هذا التيار متردداً، يتم تقويمه باستخدام دارة تقويم، ثم يتم تحويل هذا الجهد الناتج من تماثلي إلى رقمي؛ ليتم عرضه على شاشة (LCD)، وكلما كان عدد لفات الملف الثانوي كبيراً، كان الجهاز قادراً على قياس تيارات أكبر، كما في الشكل (3) الآتي:



شكل (3): تركيب الكلامبميتر

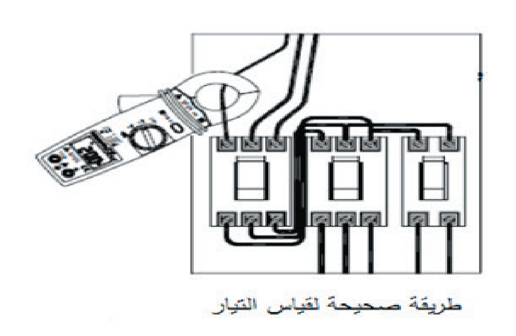
توجد في بعض أنواع الكلامبميتر دارات إضافية، تمكّنه من قياس التيار المستمر، بالإضافة إلى التيار المتناوب، فيصبح كأنه آفوميتر (AVOmeter)، ويتميز عن الآفوميتر في أنه يستطيع قياس التيار دون الحاجة لفصل الدارة، أو قطعها. والشكل (4) الآتي يوضح مفتاح الاختيار الدوار لجهاز كلامبميتر، نستطيع بوساطته قياس كل من التيار المتردد والمستمر، بالإضافة إلى الجهد المتردد، والمستمر، والمقاومة، واستمرارية التوصيل، والقدرة، والتردد:



شكل (4): مفتاح الاختيار الدوار لجهاز الكلامبميتر

ولقياس التيار في كابل كهربائي أحادي الطور، أو ثلاثي الأطوار، يجب إحاطة فكَّي الكلامبميتر للموصل الذي يراد قياس التيار به فقط، وليس جميع الموصلات، كما في الشكل (5) الآتي:





شكل (5): قياس التيار في الكلامبميتر

ويمكن مضاعفة قيمة قراءة التيار في جهاز الكلامبميتر وَفق عدد لفات الملف الابتدائي، وهو السلك المراد قياس تياره داخل الفكَّيْن، عندما تكون قراءة الجهاز صغيرة جداً.

مثال: قاس جهاز الكلامبميتر تيار دارة كهربائية، وكانت قيمته 0.01 أمبير، وقمنا بلف السلك الذي قسنا تياره 5 لفات حول فكَّي الجهاز، كما يظهر في الشكل (6)، فقاس تياراً قيمته 0.07 أمبير؛ هذا يعني أنّ القيمة الأكثر دقة للتيار هي 0.07/5، وتساوي 0.014 أمبير.



شكل (6): مضاعفة قيمة التيار في الكلامبميتر



أسئلة الوَحدة:

السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1 ما عدد أقسام المحور العمودي لشاشة راسم الإشارة؟

أ. 8 ب. 10 ج. 12 د. 6

2 ما تردد موجة زمنها الدوري 4 ms؟

أ. 250 Hz ب. 400 Hz ج. 600 Hz د. 500 Hz

3 ما الزاوية التي يتأخر فيها الجهد على طرفَي المواسع عن التيار؟

أ. 90^0 ب. 60^0 ج. 45^0 د. 30^0

4 علامَ يعتمد نوع مادة قلب المحول؟

أ. على قيمة فولطية المصدر. ب. على التيار الابتدائي.

ج. على تيار الحمل. د. على تردد الفولطية.

5 ماذا يسمى الحمل، إذا كانت $X_C > X_L$ ؟

أ. حثّيّ. ب. سعويّ. ج. أوميّ. د. حثّيّ سعويّ.

6 ما العلاقة بين موجة التيار وموجة الجهد في الشكل المجاور؟

أ. موجة الجهد تسبق موجة التيار بـ 90^0.

ب. موجة التيار تسبق موجة الجهد بـ 90^0.

ج. الموجتان متطابقتان تماما.

د. لا علاقة بين الموجتين.

7 ما عدد لفات الملف الابتدائي في محول التيار الموجود في الكلامبميتر؟

أ. 10 لفات. ب. 20 لفة. ج. 12 لفة. د. لفة واحدة فقط.

8 بِمَ يتميز الكلامبميتر عن الآفوميتر (AVO meter)؟

أ. بمقاومة دخل عالية.

ب. بمقاومة خرج عالية.

ج. بمقاومة دخل صغيرة.

د. في أنه يستطيع قياس التيار دون الحاجة لفصل الدارة.

9 ما نوع القلب في المحول النبضي؟

أ. هوائيّ. ب. حديديّ. ج. فرايت. د. نحاسيّ.

10 ما نسب هبوط الجهد في التمديدات الكهربائية؟

أ. 1% للإنارة، و3% للقدرة. ب. 1% للقدرة، و5% للإنارة.

ج. 3% للإنارة، و5% للقدرة. د. 5% للإنارة، و3% للقدرة.

السؤال الثاني: ما أهم الإشارات التي يقوم مولد الإشارة بتوليدها؟



السؤال الثالث: الصورة المجاورة هي لموجة جيبية

ظهرت على شاشة راسم إشارة، فإذا كان

الضابط العمودي: 5 V / DIV

معيار الوقت: 2 mS /DIV

أجيب عن الأسئلة الآتية:

أ. ما اتساع هذه الموجة من القمة إلى القمة V_{pp}؟

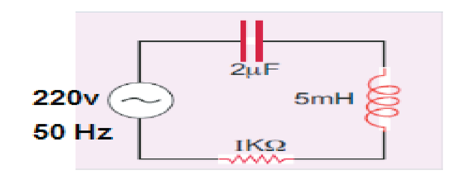
ب. ما القيمة المتوسطة V_{avg} لهذه الموجة؟

ج. ما القيمة الفعالة V_{rms} لهذه الموجة؟

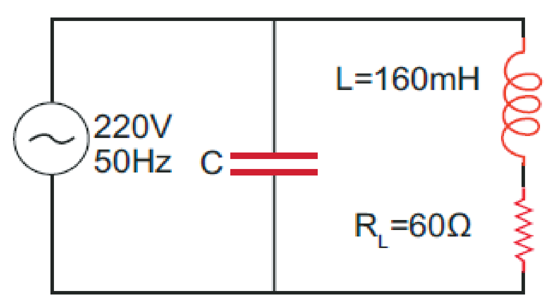
د. ما الزمن الدوري لهذه الموجة؟

هـ. ما تردد هذه الموجة؟

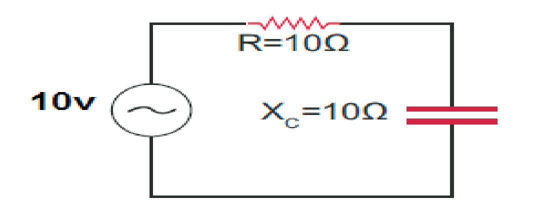
السؤال الرابع: أجد الممانعة الكلية، وقيمة التيار المارّ في الدارة الآتية:



السؤال الخامس: أجد سَعة المكثف الواجب إضافته للدارة المجاورة لتحسين معامل القدرة، ورفعه إلى 0.92.



السؤال السادس: للدارة الكهربائية المجاورة:



أ. أجد قيمة التيار الكلي المارّ في الدارة.

ب. أجد زاوية الإزاحة بين الجهد والتيار.

السؤال السابع: قاس جهاز الكلامبميتر تيار دارة كهربائية، وكانت قيمته 0.02 أمبير، قمنا بلف السلك الذي قسنا تياره 6 لفات حول فكَّي الجهاز، فقاس تياراً قيمته 0.15 أمبير، فما القيمة الأكثر دقة للتيار؟

السؤال الثامن: أذكر أربعاً من المواصفات الفنية للمحول.

السؤال التاسع: أذكر خمسة من أنواع المحولات الكهربائية.

السؤال العاشر: محول خافض 220/25 فولت، تيار الملف الابتدائي 0.5 أمبير، أحسب تيار الملف الثانوي.

السؤال الحادي عشر: أحسب مِساحة مقطع موصل مناسب من النحاس؛ لإيصال جهد حمل مقداره 216 فولت من مصدر 220 فولت، إذا علمت أنّ الحمل يبعد عن المصدر مسافة 200 م، ويستهلك تياراً مقداره 10 أمبير، علماً أنّ المقاومة النوعية للنحاس تساوي $1.68 \times 10^{-8}\,\Omega.m$.



أقوم بتوصيل الدارة المبينة في الشكل الآتي، ثم:

أ. أحسب قيمة المفاعلة الحثّيّة والمفاعلة السعويّة.

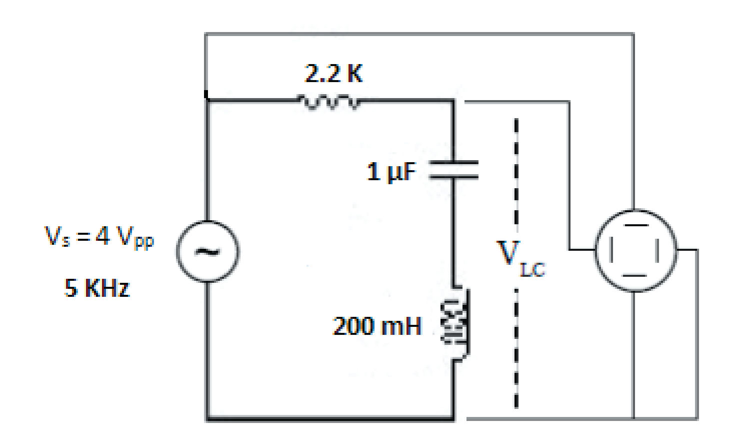
ب. أحسب فرق الطور بين الجهد V_{LC} والتيارالمار في الدارة.

ج. باستخدام راسم الإشارة، أقوم بقياس فرق الطور بين الجهد V_{LC} والتيار المارّ في الدارة، ثم أقارن النتيجة التي حصلت عليها بالقيمة التي قمت بحسابها في الفرع (ب).

د. أحسب تردد الرنين.

هـ. أحسب قيمة المفاعلة الحثّيّة والمفاعلة السعويّة عند تردد الرنين.

و. أقوم بتعديل تردد إشارة الدخل، بحيث أحصل على أقل قيمة للجهد V_{LC}، ثم أقوم بقياس الزمن الدوري للموجة وحساب تردد الرنين.



مع مراعاة مراحل المشروع (اختيار المشروع، خطة المشروع، تنفيذ المشروع، تقويم المشروع).

الوَحدة النمطية السابعة



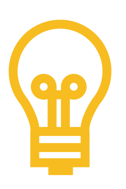
دارات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار

أتأمل وأناقش:

ما الفرق بين التيار المتناوب ثلاثي الأطوار والتيار المتناوب أحادي الطور؟

الوَحدة النمطية السابعة

دارات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار



يُتوقَّع من الطلبة بعد دراسة هذه الوَحدة، والتفاعل مع أنشطتها، أن يكونوا قادرين على توظيف المعارف والمهارات المختلفة؛ للتعامل مع حسابات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار، وحسابات هبوط الجهد، وحسابات تحسين معامل القدرة، وأنظمة التأريض، وتركيب اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار، من خلال الآتي:

1. التعرف إلى أساسيات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار.
2. توصيلات الأحمال الكهربائية ثلاثية الأطوار.
3. قياس القدرة في دارات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار.
4. تركيب لوحات تحسين معامل القدرة.
5. قياس مقاومة الأرضي (Earth Resistance Measurement).
6. قياس مقاومة العزل.
7. تركيب اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار.

⁕ الكفايات المهنية:

الكفايات المُتوقَّع أن يمتلكها الطلبة بعد الانتهاء من دراسة هذه الوَحدة هي:

1. الكفايات الاحترافية:

- ⁕ القدرة على اختيار العناصر الكهربائية المناسبة وَفق المخططات الكهربائية.
- ⁕ القدرة على وضع المواصفات الفنية للعناصر الكهربائية.
- ⁕ القدرة على رسم مخطط توضيحي للدارة الكهربائية.
- ⁕ القدرة على التعامل مع الحسابات الكهربائية.
- ⁕ القدرة على التعامل مع أجهزة القياس المختلفة.

2. الكفايات الاجتماعية والشخصية:

- ⁕ المصداقية في التعامل مع الزبون.
- ⁕ المحافظة على خصوصية الزبون.
- ⁕ الاستعداد باستمرار لتلبية رغبات الزبون.
- ⁕ القدرة على إقناع الزبون.
- ⁕ القدرة على استيعاب الزبون، ورأيه.
- ⁕ الاستعداد للاستعانة بذوي الخبرة والاختصاص.
- ⁕ القدرة على التفكير التحليلي، واختيار الحل الأنسب.
- ⁕ الالتزام بأخلاقيات المهنة.

3. الكفايات المنهجية:

- ⁕ التعلم التعاوني.
- ⁕ استمطار الأفكار (العصف الذهني).
- ⁕ البحث العلمي.
- ⁕ الحوار والمناقشة.

⁕ قواعد الأمان والسلامة العامة:

- ⁕ ارتداء ملابس السلامة المهنية المناسبة (حذاء معزول، وكفوف يدوية).
- ⁕ استخدام العِدَد والتجهيزات المطابقة لقواعد الأمن والسلامة.
- ⁕ ترتيب طاولة العمل (مكان العمل) وتنظيفها قبل الانتهاء من التنفيذ، وبعده.

1.7 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: التعرف إلى أساسيات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب أحد أصحاب الكراجات من أحد الفنيين توصيل محرك ثلاثي الأطوار اشتراه مؤخراً لورشته.

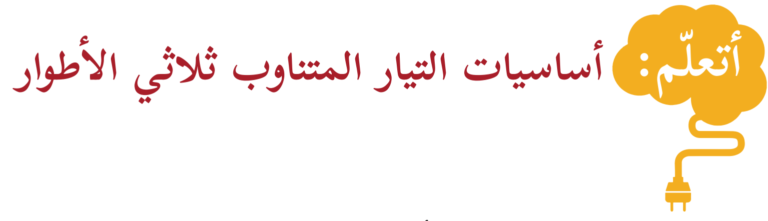
العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحللها	• أجمع البيانات من صاحب الكراج عن: ▫ الجهد الذي يعمل عليه المحرك. ▫ قدرة المحرك ثلاثي الأطوار. • أجمع البيانات عن: ▫ أنواع المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. ▫ المواصفات الفنية للمحركات ثلاثية الأطوار. ▫ أنواع الكوابل الكهربائية المستخدمة في تشغيل الأحمال ثلاثية الأطوار.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب صاحب الكراج. ▫ كتالوجات عن المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. ▫ كتالوجات عن الكوابل الكهربائية ثلاثية الأطوار. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ صور عن المحولات الكهربائية. ▫ فيديو عن المحولات الكهربائية.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: ▫ الجهد الذي يعمل عليه المحرك. ▫ قدرة المحرك ثلاثي الأطوار. ▫ أنواع المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. ▫ المواصفات الفنية للمحركات ثلاثية الأطوار. ▫ أنواع الكوابل الكهربائية المستخدمة في تشغيل الأحمال ثلاثية الأطوار. • تحديد خطوات العمل: ▫ توصيل المحرك ثلاثي الأطوار إلى مصدر الجهد بالشكل الصحيح. ▫ تشغيل المحرك ثلاثي الأطوار. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: ▫ كتالوجات عن المحركات ثلاثية الأطوار. ▫ كتالوجات عن الكوابل الكهربائية. ▫ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: ▫ مواقع خاصة بالمحركات ثلاثية الأطوار ذات مصداقية. ▫ مواقع خاصة بالكوابل الكهربائية.

أُنفِّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: □ استخدام تجهيزات قص الأسلاك الكهربائية، وتعريتها. □ استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة. □ عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكد من سلامة التوصيلات. • توصيل المحرك بمصدر جهد ثلاثي الأطوار.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• كابل كهربائي مناسب. • جهاز DMM. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك وقصها. • قرطاسية. • الإنترنت (مواقع خاصة بالتمديدات الكهربائية الصناعية).
أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب الكراج. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (مجموعات عمل). • الحوار والمناقشة.	• طلب صاحب الكراج. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية. • مخطط توصيل المحرك ثلاثي الأطوار. • حاسوب. • الإنترنت (مواقع خاصة بالتمديدات الكهربائية الصناعية).
أُوثِّق، وأُقدِّم	□ توثيق نتائج جمع البيانات عن: □ الجهد الذي يعمل عليه المحرك. □ قدرة المحرك ثلاثي الأطوار. □ نوع الكابل الذي تم استخدامه لتشغيل المحرك. □ أنواع المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. □ المواصفات الفنية للمحركات ثلاثية الأطوار. □ أنواع الكوابل الكهربائية المستخدمة في تشغيل الأحمال ثلاثية الأطوار. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب الكراج. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أُقوِّم	• المقارنة بين وضع المحرك ثلاثي الأطوار عند توصيله بمصدر جهد أحادي الطور، وثلاثي الأطوار. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب الكراج.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني	• طلب صاحب الورشة. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.

الأسئلة:

1. أبحث في الإنترنت عن نظام ترميز الكوابل الألماني  .
2. أرسم موجات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار، وأحدد عليها القيم المختلفة للموجة الكهربائية.
3. أرسم متجهات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار، ثم أكتب معادلات موجات التيار.
4. ما وظيفة جهاز قياس ترتيب الأطوار (Phase Sequence Meter)؟
5. أعرّف ما يأتي: جهد الخط، وجهد الطور.



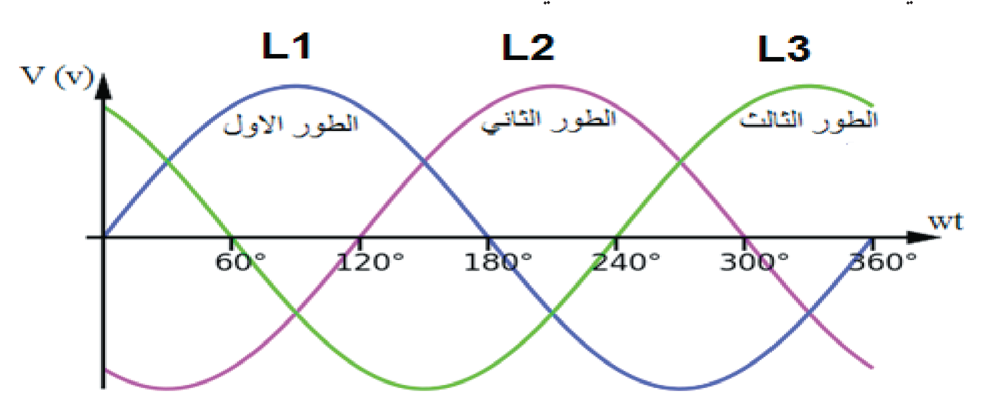
أتعلّم: أساسيات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار

نشاط: أتمعن الصورة الآتية جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:



1. أيّ من هذه المقابس ثلاثي الأطوار، وأيّها أحادي الطور؟
2. أيّ من هذه المقابس مستخدم في بلدي؟
3. أيّ من هذه المقابس ثابت، وأيّها قابل للحركة؟

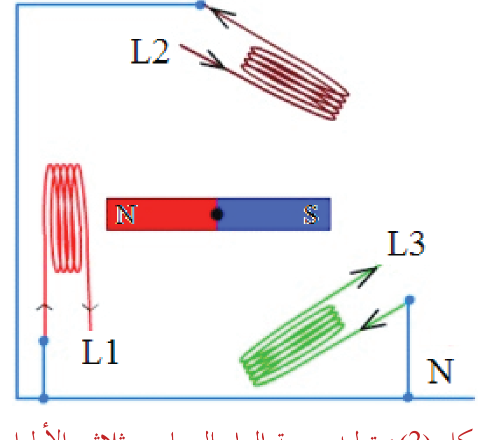
التيار المتناوب ثلاثي الأطوار: هو نظام كهربائي متعدد الأطوار خاصّ بالتيار المتردد، وهو المستعمل والأكثر شيوعاً في محطات الطاقة التي تنتج الكهرباء، وسميت ثلاثية الأطوار؛ بسبب وجود ثلاث موجات كهربائية تسير في ثلاثة أسلاك، بين كل موجة من الموجات زاوية طور مقدارها 120 درجة، كما في الشكل (1) الآتي، وهذا النظام هو الأكثر انتشاراً في تشغيل المحركات الكهربائية التي تعمل بقدرة عالية:



شكل (1): موجات التيار المتناوب ثلاثي الأطوار

من رسم الموجات، إذا كان أحد الأسلاك الثلاثة يعطي التيار الكهربائي، فإنّ السلكين الآخرين يعملان عمل الخط المحايد (النيوترل) لأجزاء من الثانية، ثم يصبح السلك الثاني هو من يعطي التيار الكهربائي، وتتكرر هذه العملية بين الأسلاك وَفق الموجات الكهربائية، وهذا ما يفسر عدم عمل المحركات ثلاثية الأطوار عند وضع مصدر من الطور نفسه على أطراف المحرك ثلاثي الأطوار.

وفي أبسط الحالات، يمكن توليد موجة التيار المتناوب ثلاثية الأطوار باستخدام ثلاثة ملفات، بين كلّ ملفين زاوية ميكانيكية مقدارها 120 درجة، ويدور بين الملفات مغناطيس بسرعة ثابته، كما في الشكل (2) الآتي:



شكل (2): توليد موجة التيار المتناوب ثلاثي الأطوار

وتكتب الموجات الكهربائية الثلاثة على الصيغ الآتية:

صيغة الزمن والتردد (Time Domain):

$$V_{L1} = V_m \sin(\omega t)$$

$$V_{L2} = V_m \sin(\omega t - 120)$$

$$V_{L3} = V_m \sin(\omega t - 240)$$

صيغة المتجهات أو الصيغة القطبية (Phasor Diagram):

$$V_{L1} = V<0$$

$$V_{L2} = V<-120$$

$$V_{L3} = V<-240 = V<120$$

ويبيّن الشكل (3) الآتي رسم المتجهات في التيار المتناوب ثلاثي الأطوار:

V3
120°
N
V1
120°
120°
V2

شكل (3): المتجهات في التيار المتناوب ثلاثي الأطوار

يتكون كابل الكهرباء ثلاثي الأطوار من خمسة أسلاك (خطوط)؛ ثلاثة منها تمثل الأطوار الثلاثة، ويمثل الخط الرابع الخط المتعادل، والخط الخامس الخط الأرضي، هذا بالنسبة للحمل غير المتزن، أما بالنسبة للحمل المتزن، فيتم إلغاء الخط الرابع ليصبح العَدَد أربعة أسلاك.

ويمكن الحصول على جهد أحادي الطور من خلال أخذ أحد أسلاك الأطوار الثلاثة، والسلك المتعادل، إضافة إلى سلك الأرضي؛ للحماية.

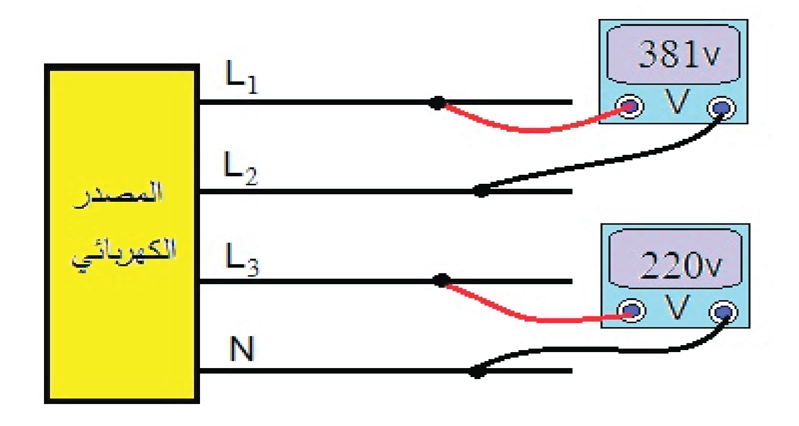
وفي التيار المتناوب ثلاثي الأطوار، يجب معرفة القيم الآتية:

جهد الطور (Phase Voltage): هو فرق الجهد الكهربائي المقاس عند وضع جهاز الفولتميتر بين أحد أسلاك الأطوار الثلاثة، والسلك المتعادل، ويرمز له بالاختصارات V_{ph} أو V_P أو V_{LN}.

جهد الخط (Line to Line Voltage): هو فرق الجهد الكهربائي المقاس عند و ضع جهاز الفولتميتر بين طورين من الأطوار الثلاثة، ويرمز له بالاختصارات V_{LL} أو V_L.

تختلف العلاقة بين V_{LL} و V_{ph} وَفق توصيلة الحمل، أو توصيلة المصدر، لكن في الشبكة المزودة للكهرباء، تكون العلاقة على النحو الآتي: $V_{LL} = \sqrt{3}\ V_{ph}$

هذا يعنى أنّ $V_{LL} = 381\ v$، عندما تكون $V_{ph} = 220\ v$، ويبيّن الشكل (4) الآتي طريقة قياس جهد الخط وجهد الطور في التيار المتناوب ثلاثي الأطوار:



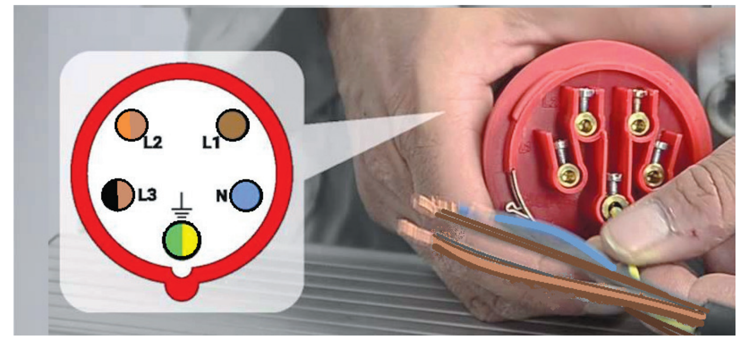
شكل (4): قياس جهد الخط وجهد الطور في التيار المتناوب ثلاثي الطور

يُعدّ ترتيب الأطوار من الأمور المهمة في التمديدات الكهربائية ثلاثية الأطوار، فإذا تم عكس ترتيب أحد الأطوار مع طور آخر، يسبّب ذلك عكس اتجاه دوران المحركات؛ ما يوثّر على عمل الآلات، وقد يصل الأمر إلى تدميرها، ولحل هذه المشكلة، يستخدم جهاز قياس ترتيب الأطوار (Phase Sequence Meter)، ويبيّن الشكل (5) الآتي بعض أشكال جهاز القياس:



شكل (5): أجهزة قياس ترتيب الأطوار

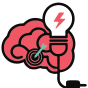
يوجد العديد من مقابس التيار المتناوب ثلاثي الأطوار، ويختلف ترتيب الأطوار وَفق المواصفات، والمقاييس المتبعة في التمديدات الكهربائية، ويبيّن الشكل (6) الآتي توصيلة أحد أنواع مقابس التيار المتناوب ثلاثي الأطوار:



شكل(6): مقبس تيار متناوب ثلاثي الأطوار

2.7 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: توصيل الأحمال الكهربائية ثلاثية الأطوار:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: حضر أحد أصحاب المصانع إلى إحدى الورش الفنية، وطلب توصيل محرك كهربائي ثلاثي الأطوار، بحيث يكون العزم أكبر ما يمكن.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من صاحب المصنع عن: - الجهد الذي يعمل عليه المحرك. - قدرة المحرك ثلاثي الأطوار. • أجمع البيانات عن: - أنواع المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. - المواصفات الفنية للمحركات ثلاثية الأطوار. - طرق توصيل المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • البحث العلمي.	• الوثائق: - طلب صاحب المصنع. - كتالوجات عن المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. • التكنولوجيا: - الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. - صور عن المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. - فيديو عن المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. - فيديو عن طرق توصيل المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: - الجهد الذي يعمل عليه المحرك. - قدرة المحرك ثلاثي الأطوار. - أنواع المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. - المواصفات الفنية للمحركات ثلاثية الأطوار. - طرق توصيل المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار • تحديد خطوات العمل: - وصل نهاية الملف الأول مع بداية الملف الثاني. - وصل نهاية الملف الثاني مع بداية الملف الثالث. - وصل نهاية الملف الثالث مع بداية الملف الأول. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: - كتالوجات عن المحركات ثلاثية الأطوار. - البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: - مواقع ذات مصداقية خاصة بالمحركات ثلاثية الأطوار وطرق توصيلها.

أُنفِّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: استخدام تجهيزات قص الأسلاك الكهربائية، وتعريتها. استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكد من سلامة التوصيلات. • القيام بتوصيل المحرك بمصدر جهد ثلاثي الأطوار.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• كابل كهربائي مناسب. • جهاز DMM. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك، وقصها. • قرطاسية. • الإنترنت (مواقع خاصة بالتمديدات الكهربائية الصناعية).
أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب المصنع. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (مجموعات مل). • الحواروالمناقشة.	• طلب صاحب المصنع. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية. • مخطط توصيل المحرك ثلاثي الأطوار. • حاسوب. • الإنترنت (مواقع خاصة بالتمديدات الكهربائية الصناعية).
أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات عن: الجهد الذي يعمل عليه المحرك. قدرة المحرك ثلاثي الأطوار. أنواع المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. المواصفات الفنية للمحركات ثلاثية الأطوار. طرق توصيل المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب المصنع. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين وضع المحرك ثلاثي الأطوار عند توصيله توصيلة مثلث وتوصيلة نجمة. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب المصنع.	• الحواروالمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب المصنع. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.

الأسئلة:



1 الصورة المجاورة هي لأطراف محركات ثلاثية الأطوار، أتمعن الصورة جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:



أ كيف يمكن توصيل المحرك توصيلة نجمة؟

ب كيف يمكن توصيل المحرك توصيلة مثلث؟

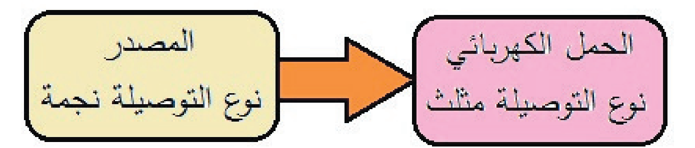
ج كيف يمكن عكس اتجاه دوران المحرك في توصيلة النجمة؟



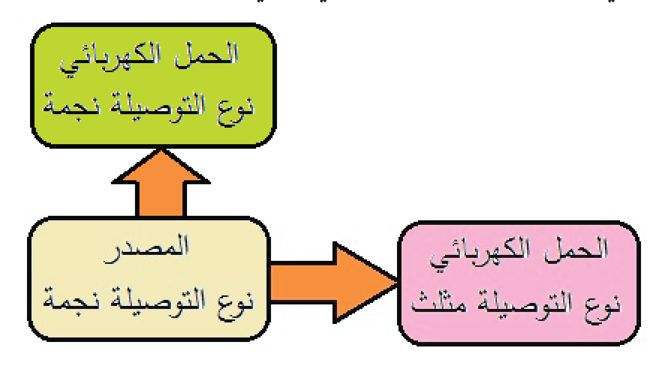
د كيف يمكن عكس اتجاه دوران المحرك في توصيلة المثلث؟

هـ أيّ من ترتيبات النهايات أفضل؟ لماذا؟

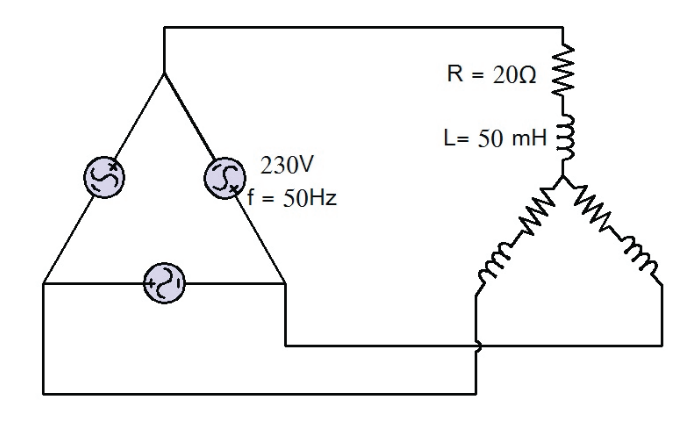
2 أرسم الدارة الكهربائية التي يمثلها المخطط الصندوقي الآتي:



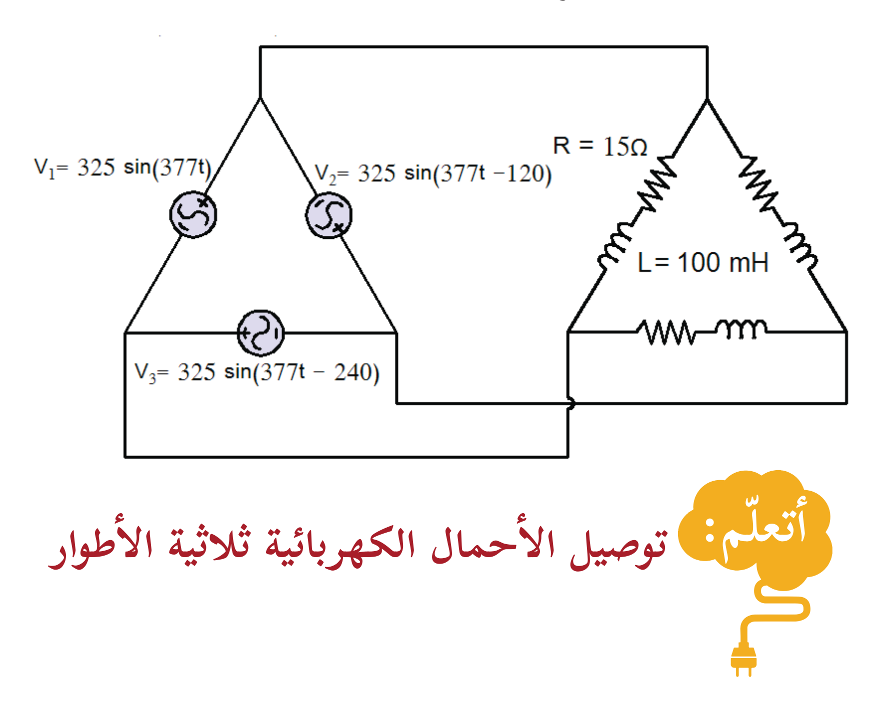
3 أرسم الدارة الكهربائية التي يمثلها المخطط الصندوقي الآتي:



4 أحسب قيمة تيارات الخط للدارة الكهربائية الآتية:



5 أحسب قيمة تيارات الخط للدارة الكهربائية الآتية:



أتعلّم: توصيل الأحمال الكهربائية ثلاثية الأطوار

نشاط: تمثل الصورة الآتية اللوحة الاسمية لمحرك كهربائي ثلاثي الأطوار، أتمعن الصورة جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

3~MOT MG 90SA2-24FF165-C2			
50 Hz	P_2 1,50 kW	No85807906	
	U 220-240D/380-415Y		V
Eff. %	$I_{1/1}$ 5.90/3.40		A
82	I_{max} 6.50/3.75		A
n 2860-2890 min^{-1}	cosφ 0.85-0.79		
CL F	IP 55		0346
DE 6305.2Z.C4 NDE 6205.2Z.C3			

1 ما التردد الذي يعمل عليه المحرك؟

2 ما الجهد لتوصيلة النجمة؟

3 ما الجهد لتوصيلة المثلث؟

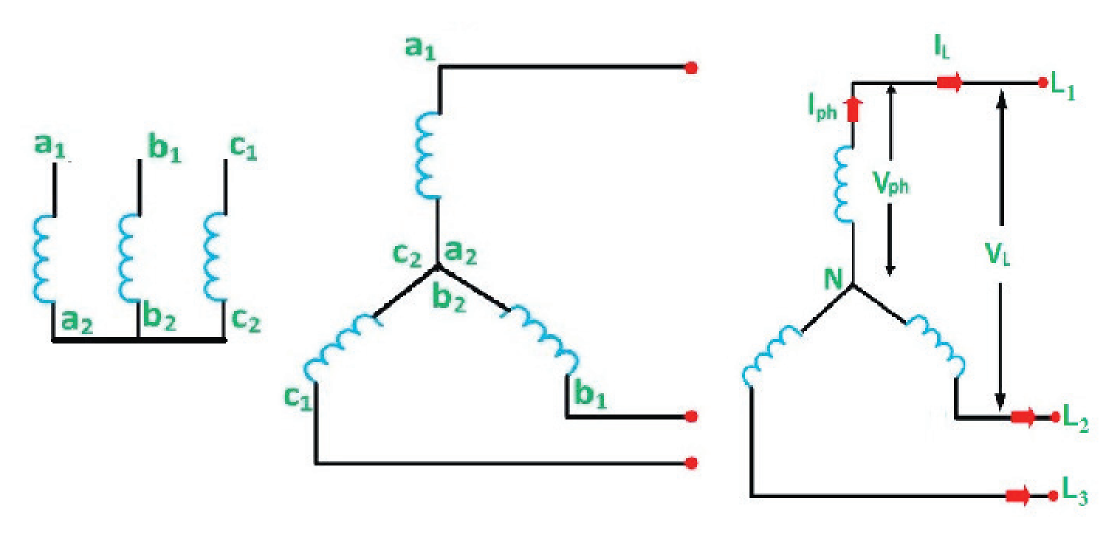
4 ما قيمة أقصى تيار لتوصيلة النجمة؟

5 ما قيمة أقصى تيار لتوصيلة المثلث؟

6 هل يمكن تشغيل المحرك على توصيلة المثلث في بلدي؟ أوضّح ذلك.

يوجد العديد من التوصيلات الكهربائية ثلاثية الأطوار، ولكنّ أشهرها وأكثرها انتشاراً، هي توصيلة المثلث، وتوصيلة النجمة، سواءً أكانت للمصدر أُم للحمل:

1. توصيلة النجمة (star connection) أو (Y connection): في هذه الحالة، يتم وصل نهايات أطراف الملفات، أو المقاومات بعضها مع بعض، كما في الشكل (1) الآتي:

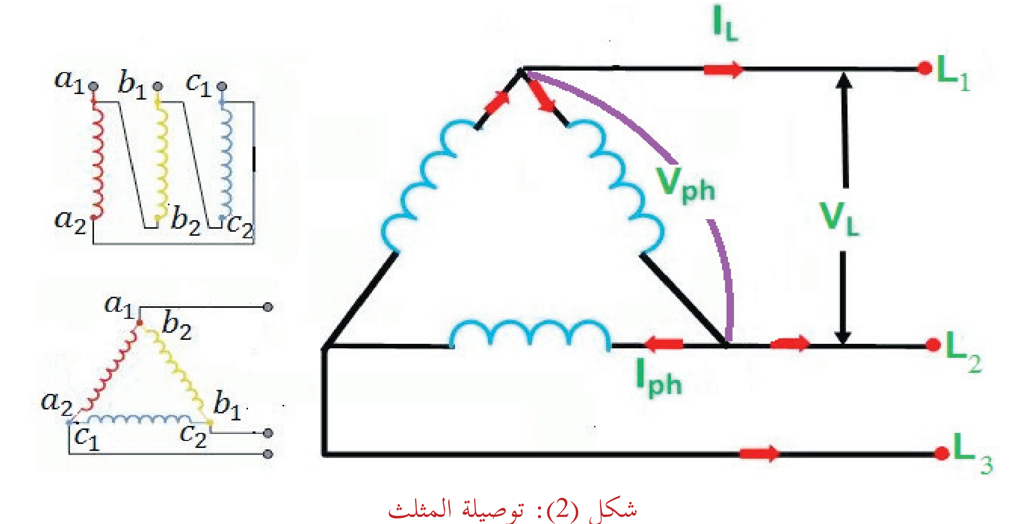


شكل (1): توصيلة النجمة

وتكون العلاقة بين جهد الخط V_L وجهد الطور V_{ph} على النحو الآتي: $V_L = \sqrt{3}\ V_{ph}$

أما علاقة تيار الخط I_L وتيار الطور I_{ph}، فتكون على النحو الآتي: $I_L = I_{ph}$

2. توصيلة المثلث (delta connection): في هذه الحالة يتم وصل نهاية الملف الأول مع بداية الملف الثاني، ونهاية الملف الثاني مع بداية الملف الثالث، ونهاية الملف الثالث مع بداية الملف الأول؛ أي كل بداية ملف مع نهاية ملف آخر، كما في الشكل (2) الآتي:



شكل (2): توصيلة المثلث

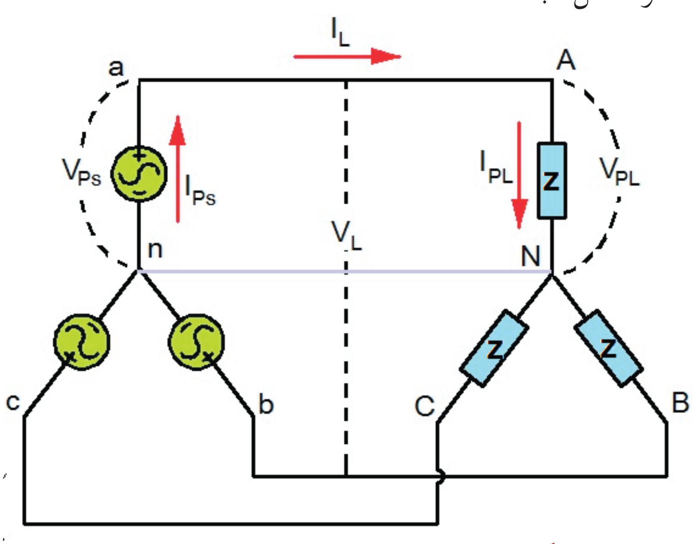
وتكون العلاقة بين جهد الخط V_L وجهد الطور V_{ph} على النحو الآتي: $V_L = V_{ph}$

أما علاقة تيار الخط I_L وتيار الطور I_{ph}، فتكون على النحو الآتي: $I_L = \sqrt{3}\ I_{ph}$

طرق توصيل الحمل مع المصدر في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار:

يُعدّ جهد وتيار الخط العامل المشترك في توصيل الحمل ثلاثي الأطوار مع المصدر، ولفهم الأمر، يجب دراسة أربع حالات، وهي على النحو الآتي:

1. توصيلة المصدر نجمة، والحمل نجمة:



شكل (3): توصيلة المصدر نجمة والحمل نجمة

حيث إنّ:

V_L: جهد الخط للمصدر والحمل.

V_{ps} أو V_{an}: جهد الطور بالنسبة للمصدر.

V_{PL} أو V_{an}: جهد الطور بالنسبة للحمل.

I_L: تيار الخط للمصدر والحمل.

I_{Ps} أو I_{an}: تيار الطور بالنسبة للمصدر.

I_{PL} أو I_{an}: تيار الطور بالنسبة للحمل.

وتكون علاقات التحويل على النحو الآتي:

بالنسبة للحمل:

$$V_L = \sqrt{3}\, V_{PL}$$

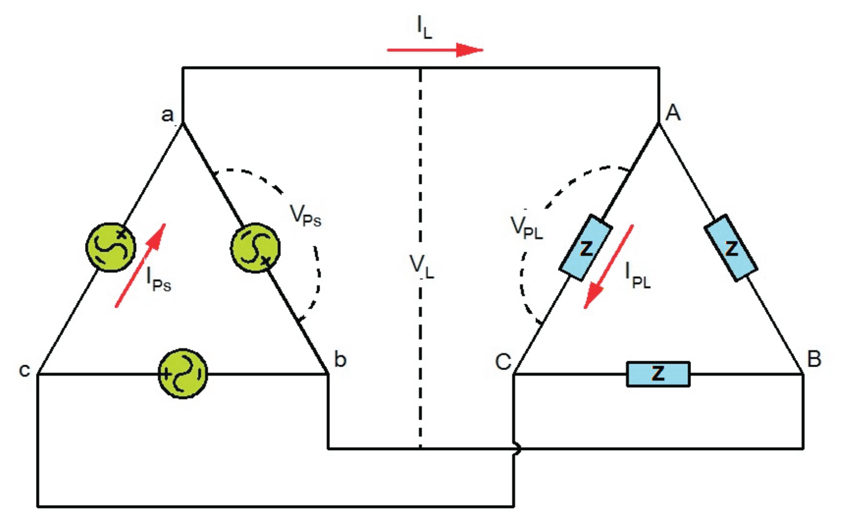
$$I_L = I_{PL}$$

بالنسبة للمصدر:

$$V_L = \sqrt{3}\, V_{PS}$$

$$I_L = I_{PS}$$

2. توصيلة المصدر مثلث، والحمل مثلث:



شكل (4): توصيلة المصدر مثلث والحمل مثلث

وتكون علاقات التحويل على النحو الآتي:

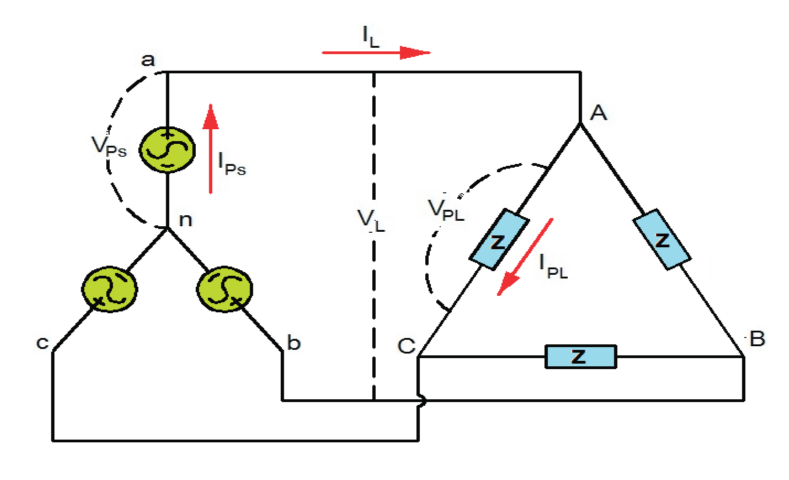
بالنسبة للحمل: $V_L = V_{pL}$

$I_L = \sqrt{3}\, I_{PL}$

بالنسبة للمصدر: $V_L = V_{pS}$

$I_L = \sqrt{3}\, I_{PS}$

3. توصيلة المصدر نجمة، والحمل مثلث:



شكل (5): توصيلة المصدر نجمة والحمل مثلث

وتكون علاقات التحويل على النحو الآتي:

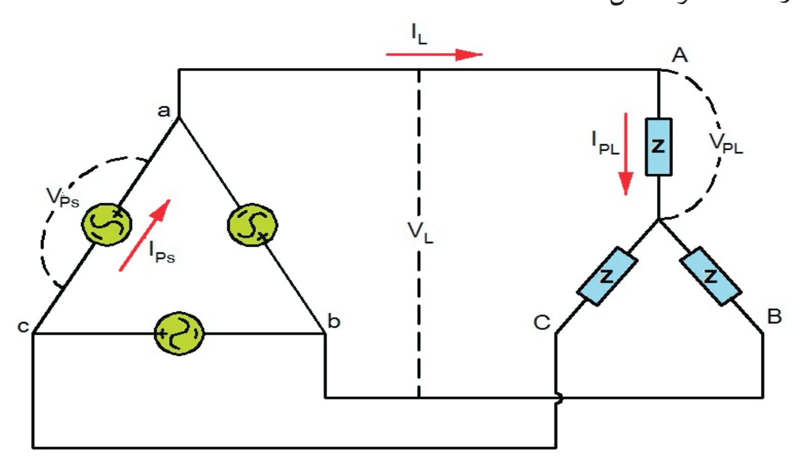
بالنسبة للحمل: $V_L = V_{pL}$

$I_L = \sqrt{3}\, I_{PL}$

بالنسبة للمصدر: $V_L = \sqrt{3}\, V_{PS}$

$I_L = I_{PS}$

4. توصيلة المصدر مثلث، والحمل نجمة:



شكل (6): توصيلة المصدر مثلث والحمل نجمة

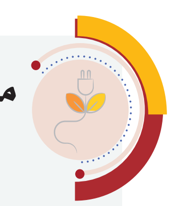
وتكون علاقات التحويل على النحو الآتي:

بالنسبة للحمل: $V_L = \sqrt{3}\, V_{PL}$

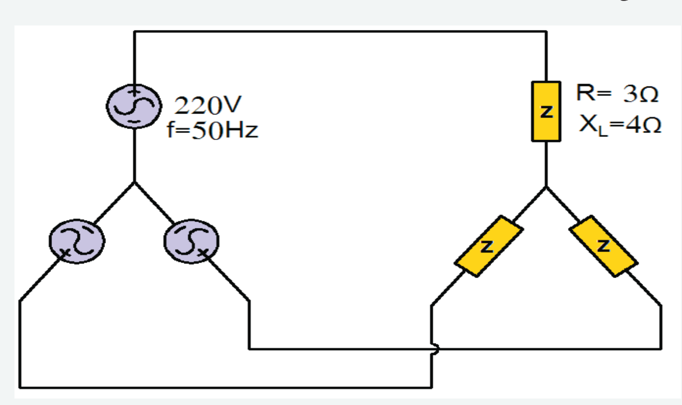
$I_L = I_{PL}$

بالنسبة للمصدر: $V_L = V_{pS}$

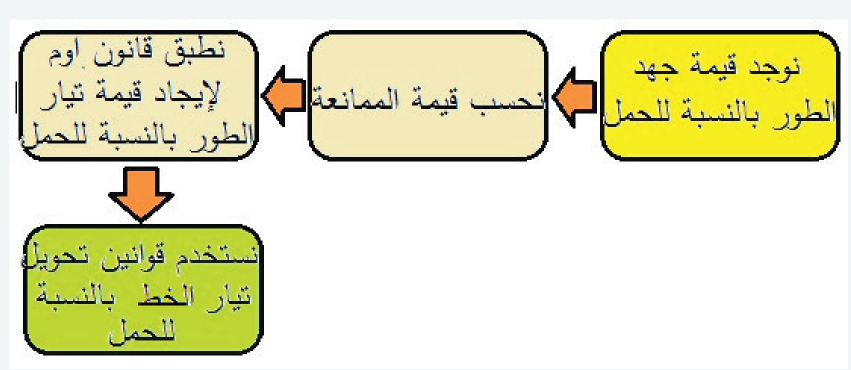
$I_L = \sqrt{3}\, I_{PS}$



مثال (1): في الشكل أدناه، أجد قيمة جهد الخط وتيار الخط:



الحل: لحل مثال من هذا النوع، أطبّق الخطوات الآتية:



أحسب قيمة جهد الطور بالنسبة للحمل:

$$V_{PL} = ??\ V_{PS} = 220V$$

$$V_L = \sqrt{3}\ V_{ps} = \sqrt{3} \times 220 = 381V$$

أحسب قيمة الممانعة:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^{\ 2}} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\ \Omega$$

أحسب تيار الطور بالنسبة للحمل:

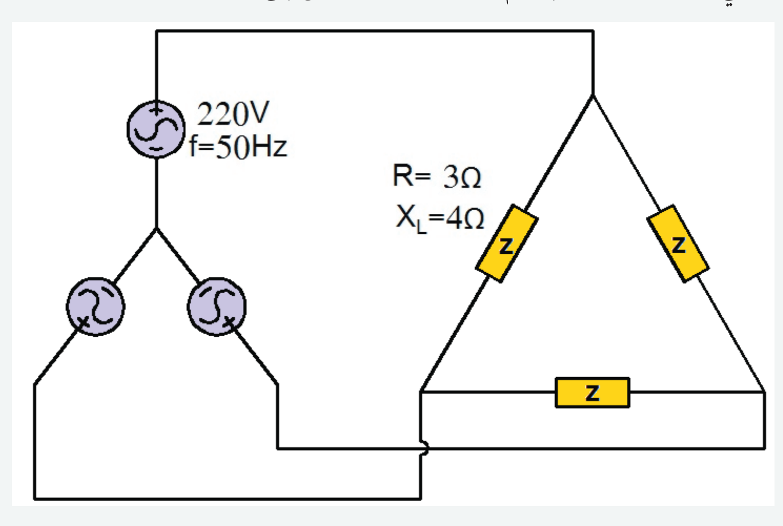
$$I_{PL} = \frac{V_{PL}}{Z} = \frac{220}{5} = 44\ A$$

أحسب تيار الخط: $I_L = I_{PL} = 44\ A$

ناتج الحل هو: $I_L = 44\ A$ $\quad V_L = 381V$



مثال (2): في المثال السابق، إذا تم تغيير توصيلة الحمل إلى مثلث، أجد قيمة جهد الخط وتيار الخط:



الحل:

أتّبع خطوات الحل السابقة نفسها.

أحسب قيمة جهد الطور بالنسبة للحمل:

$$V_{PL} = ??\ V_{PS} = 220V$$

$$V_L = \sqrt{3}\, V_{ps} = \sqrt{3} \times 220 = 381V$$

أحسب قيمة الممانعة:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L{}^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5\Omega$$

أحسب تيار الطور بالنسبة للحمل:

$$I_{PL} = \frac{V_{PL}}{|Z|} = \frac{381}{5} = 76.2A$$

أحسب تيار الخط:

$$I_{PL} = \sqrt{3}\, I_{PL} = \sqrt{3} \times 76.2 = 132\ A$$

ناتج الحل هو $I_L = 132A$

من المثالين السابقين، أستنتج أن:

تيار الخط في توصيلة المثلث يساوي ثلاث أضعاف تيار الخط في توصيلة النجمة عند الحمل نفسه، والمصدر نفسه.

يكون جهد الطور على الممانعة في توصيلة المثلث أكبر منه في توصيلة النجمة (جهد الطور للحمل يساوي جهد الخط في توصيلة المثلث)، لذلك يجب التأكد من أنّ الحمل الكهربائي يتحمل جهد الخط.

زيادة التيار في توصيلة المثلث يؤدي إلى زيادة عزم المحركات؛ وبعبارة أخرى يكون عزم المحرك أكبر في توصيلة المثلث.

3.7 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: قياس القدرة في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: حضر صاحب مصنع إلى إحدى الورش الفنية، وطلب قياس القدرة المستهلكة في أحد خطوط الإنتاج الجديدة التي تم تركيبها في المصنع الذي يمتلكه.

العمل الكامل:

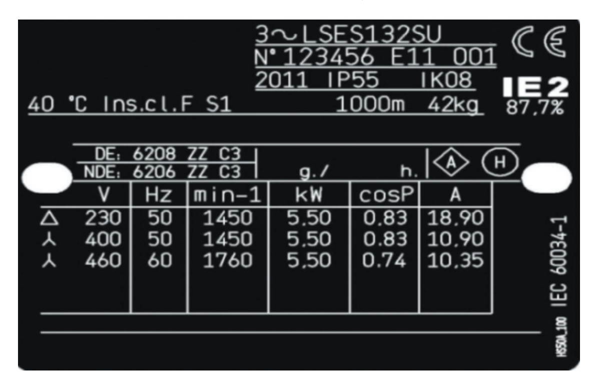
خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من صاحب المصنع عن: - سبب طلب قياس القدرة المستهلكة في أحد خطوط الإنتاج في المصنع. - قيمة فاتورة الكهرباء التي تترتب على المصنع. • أجمع البيانات عن: - طرق قياس القدرة الكهربائية في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار. - القدرة الكهربائية الخيالية وتأثيراتها على أنظمة إنتاج الطاقة الكهربائية، وتوزيعها. - طرق تقليل القدرة الكهربائية الخيالية في المصانع.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • البحث العلمي.	• الوثائق: - طلب صاحب المصنع. - كتالوجات عن المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار. • التكنولوجيا: - الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. - فيديو عن القدرة الكهربائية الخيالية وتأثيراتها على أنظمة إنتاج الطاقة الكهربائية، وتوزيعها. - فيديو عن طرق قياس القدرة الكهربائية في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار.

أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: □ سبب طلب قياس القدرة المستهلكة في أحد خطوط الإنتاج في المصنع. □ قيمة فاتورة الكهرباء التي تترتب على المصنع. □ طرق قياس القدرة الكهربائية في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار. □ القدرة الكهربائية الخيالية، وتأثيراتها على أنظمة إنتاج الطاقة الكهربائية، وتوزيعها. • طرق تقليل القدرة الكهربائية الخيالية في المصانع. • تحديد خطوات العمل: □ قياس قدرة خط الإنتاج الجديد باستخدام طريقة الواطميترين، كما في الشكل (4). □ حساب القدرة الكلية باستخدام القانون: $P_T = P1 + P2$ □ مقارنة النتيجة التي أحصل عليها بالنتيجة التي أحصل عليها باستخدام القانون: $P_T = 3\times V^2_{ph}/R$ • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: □ كتالوجات عن أجهزة قياس القدرة في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار. □ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: □ مواقع ذات مصداقية خاصة بأجهزة قياس القدرة في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار.
أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: □ استخدام تجهيزات قص الأسلاك الكهربائية، وتعريتها. □ استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة. □ عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكد من سلامة التوصيلات.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز قدرة ثلاثي الأطوار مناسب. • جهاز DMM. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك وقصها. • قرطاسية. • الإنترنت (مواقع خاصة بأجهزة قياس القدرة ثلاثية الأطوار).

أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب المصنع. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (مجموعات عمل). • الحوار والمناقشة.	• طلب صاحب المصنع. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية. • مخطط توصيل جهاز قياس القدرة ثلاثي الأطوار. • حاسوب. • الإنترنت (مواقع خاصة بأجهزة قياس القدرة ثلاثية الأطوار).
أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات عن: - سبب طلب تركيب جهاز قياس القدرة الخيالية ثلاثية الأطوار في المصنع. - قدرة المصنع. - قيمة فاتورة الكهرباء التي تترتب على المصنع. - طرق قياس القدرة الكهربائية الحقيقية ثلاثية الأطوار. - طرق قياس القدرة الكهربائية الخيالية ثلاثية الأطوار. - القدرة الكهربائية الخيالية وتأثيراتها على أنظمة إنتاج الطاقة الكهربائية، وتوزيعها. - طرق تقليل القدرة الكهربائية الخيالية في المصانع. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب المصنع. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين وضع المحرك ثلاثي الأطوار عند توصيله توصيلة مثلث، وعند توصيله توصيلة نجمة. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب المصنع.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب المصنع. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.

الأسئلة:

1 الصورة المجاورة هي لوحة اسمية لمحرك كهربائي، أتمعن الصورة جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:



أ ما فرق الجهد الذي تعمل عليه توصيلة المثلث؟

ب ما قدرة المحرك؟

ج ما قيمة تيار الخط في حالة توصيلة المثلث؟

د ما سبب ارتفاع تيار توصيلة المثلث؟

2 حمل كهربائي ثلاثي الأطوار متزن، موصول توصيلة نجمة، يحتوي كل فرع منه على مقاومة وملف، قيمتهما على النحو الآتي: $R = 40\ \Omega$, $L=30$ mH، إذا تم توصيله بمصدر تغذية $f=50$ Hz، $V_L=380$ v، أحسب القدرة الظاهرية، والقدرة الفعالة، وغير الفعالة.

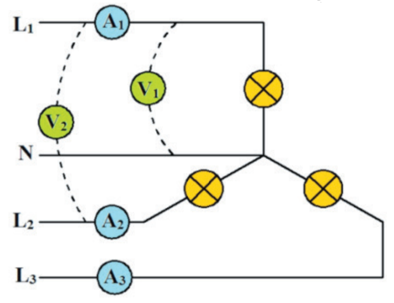
3 حمل كهربائي ثلاثي الأطوار متزن، موصول توصيلة مثلث، يحتوي كل فرع منه على مقاومة وملف، قيمتهما على النحو الآتي: $R=30\ \Omega$, $L=30$ mH، إذا تم توصيله بمصدر تغذية $f = 50$ Hz، $V_L = 380$ v، أحسب القدرة الظاهرية، والقدرة الفعالة، وغير الفعالة.

4 عند قياس القدرة لحمل كهربائي ثلاثي الأطوار باستخدام طريقة الواطميترين، كانت قراءة أحد الجهازين 5 Kw، وقراءة الجهاز الثاني 2 Kw ، إذا كان معامل القدرة 0.7، أحسب قيمة القدرة الكهربائية ثلاثية الأطوار.

5 ما طرق قياس القدرة الكهربائية في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار؟

أتعلّم: القدرة في دارة التيار المتناوب ثلاثية الأطوار

نشاط: أقوم بتوصيل ثلاثة مصابيح توهجية على شكل نجمة، كما في الشكل الآتي:



1. أقيس الجهد V_1 و V_2
2. أقيس التيارات A_1 و A_2 و A_3
3. أحسب قدرات المصابيح الثلاثة من خلال المعادلة الآتية:

$$P = V_1 \times A_1 + V_1 \times A_2 + V_1 \times A_3$$

4. أحسب القيمة الآتية وَفق المعادلة الآتية:

$$P = \sqrt{3} \times V_2 \times A_1$$

5. أقارن بين القدرة التي قمت بحسابها في الفرع (3) والفرع (4)، ماذا أستنتج؟

كما تعرفت سابقاً، فإنّ القدرة الكهربائية نوعان: فعالة، وغير فعالة، ومحصلة القدرتين هي القدرة الكلية، وبالتقسيم نفسه تقسم القدرة في الدارات ثلاثية الأطوار، لكن تختلف القدرة ثلاثية الأطوار عن القدرة أحادية الطور في عملية الحساب، لذلك سنتعرف إلى العمليات الحسابية للقدرة ثلاثية الأطوار في حالة الحمل المتزن؛ نظراً لصعوبة حساب القدرة في حالة عدم اتزان الأحمال في هذه المرحلة.

القدرة الظاهرية ثلاثية الأطوار (Three phase apparent power):

$$S_{3P} = S_{L1} + S_{L2} + S_{L3}$$

$$S_{3P} = 3V_P I_P$$

حيث تمثل S: القدرة الظاهرية ثلاثية الأطوار.

V_P: جهد الطور.

I_P: تيار الطور.

ونظراً لصعوبة قياس تيار الطور في حالة المثلث، وعدم القدرة على الوصول إلى الحمل، ومعرفة نوع التوصيل في بعض الأحمال، إضافة لوصل عدة أحمال على التوازي بعضها مع بعض، تمّ التعويض عن تيار الطور وجهده بتيار الخط وجهده على النحو الآتي:

في حالة توصيلة النجمة: $S_{3P} = 3 \times \left(\frac{V_L}{\sqrt{3}} \right) \times I_L = \sqrt{3}\, V_L\, I_L$

في حالة توصيلة المثلث: $S_{3P} = 3 \times V_L \times \left(\frac{I_L}{\sqrt{3}} \right) = \sqrt{3}\, V_L\, I_L$

ينطبق القانون على جميع التوصيلات، ومن السهل قياس تيار الخط وجهده:

$$S_{3P} = \sqrt{3}\, V_L\, I_L$$

القدرة الحقيقية ثلاثية الأطوار (three phase real power)، والقدرة الفعالة (Active power):

$$P_{3P} = S_{3P} \cos\theta$$

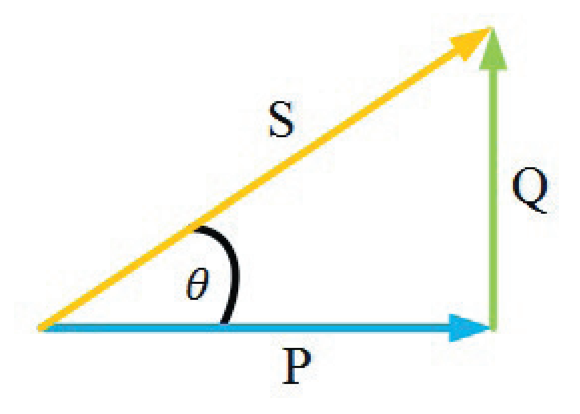
$$P_{3P} = \sqrt{3}\, V_L\, I_L \cos\theta$$

القدرة الخيالية ثلاثية الأطوار (three phase imaginary power)، والقدرة غير الفعالة (Reactive power):

$$Q_{3P} = S_{3P} \sin\theta$$

$$Q_{3P} = \sqrt{3}\, V_L\, I_L \sin\theta$$

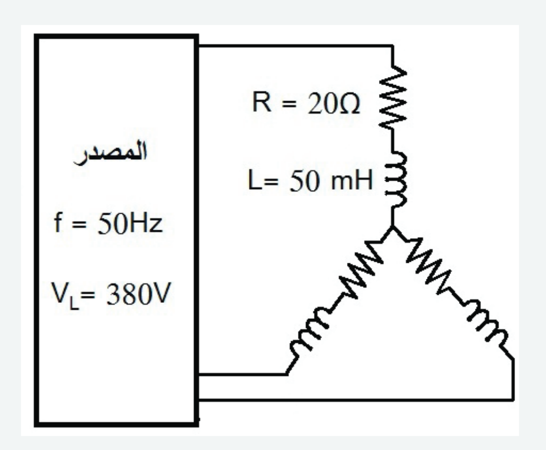
ويمثل الشكل (1) الآتي متجهات القدرة بالشكل العام:



شكل (1): متجهات القدرة



مثال (1): للدارة الكهربائية الآتية، أحسب القدرة الظاهرية، والقدرة الفعالة، وغير الفعالة، علماً أنّ الحمل متزن:



الحل: أجد قيمة V_L و I_L، ثم أحسب قيمة S، ثم أجد قيمة θ وأحسب P و Q

إيجاد V_L: $V_L = 380$ التعويض المباشر

إيجاد I_L: $I_L = I_P$

$$I_L = \frac{V_P}{|Z|} = I_P \text{ - - - - - (1)}$$

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 219.4V$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2} \text{ - - - - - (2)}$$

$$X_L = 2\pi fL = 2 \times \pi \times 50 \times 50 \times 10^{-3} = 15.7\ \Omega$$

بالتعويض في (2) $|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{20^2+15.7^2} = 25.4\Omega$

بالتعويض في (1) $I_L = \frac{V_P}{|Z|} = \frac{219.4}{25.4} = 8.6A$

$$S = \sqrt{3}\ V_L\ I_L$$

$$S = \sqrt{3} \times 380 \times 8.6 = 5.66\ KVA$$

إيجاد θ $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right)$

$$P = S\cos(\theta)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{15.7}{20}\right) = 38.1^{\circ}$$

$$P = S\cos(\theta)$$

$$P = 5.66 \times \cos(38.1) = 4.45\ Kw$$

$$Q = S\sin(\theta)$$

$$Q = 5.66 \times \sin(38.1) = 3.49\ KVar$$



مثال (2): للدارة الكهربائية الآتية، أحسب القدرة الظاهرية، والقدرة الفعالة، وغير الفعالة، علما أن الحمل متزن:

المصدر

f = 50Hz

V_L= 380V

R = 20Ω

L = 50 mH

الحل: أجد قيمة V_L و I_L، ثم أحسب قيمة S، ثم أجد قيمة θ وأحسب P و Q

إيجاد V_L: $V_L = 380$ التعويض المباشر

إيجاد I_L:

$$I_L = \sqrt{3}\, I_p \quad ----- (1)$$

$$I_P = \frac{V_P}{|Z|} = \quad ----- (2)$$

$$X_L = 2\pi f L = 2 \times \pi \times 50 \times 50 \times 10^{-3} = 15.7\ \Omega$$

بالتعويض في (3)

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{20^2 + 15.7^2} = 25.4\ \Omega$$

بالتعويض في (2)

$$I_P = \frac{V_P}{|Z|} = \frac{380}{25.4} = 14.96A$$

بالتعويض في (1)
$$I_L = \sqrt{3} \times 14.96 = 25.91A$$

$$S = \sqrt{3}\, V_L\, I_L$$

$$S = \sqrt{3} \times 380 \times 25.91 = 17.05\ KVA$$

إيجاد θ
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{X_L}{R}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{15.7}{20}\right) = 38.1^{o}$$

حساب P
$$P = S\ COS\ (\theta)$$

$$P = 17.05 \times COS\ (38.1) = 13.4\ KW$$

حساب Q
$$Q = S\ \sin\ (\theta)$$

$$Q = 17.05 \times \sin\ (38.1) = 10.5\ KVar$$

أستنتج من المثالين السابقين أنّ التيار والقدرة الكهربائية في توصيلة المثلث أكبر ثلاث مرات من توصيلة النجمة، وهذا من عيوب توصيلة المثلث، لكن يتضاعف عزم المحرك في توصيلة المثلث.

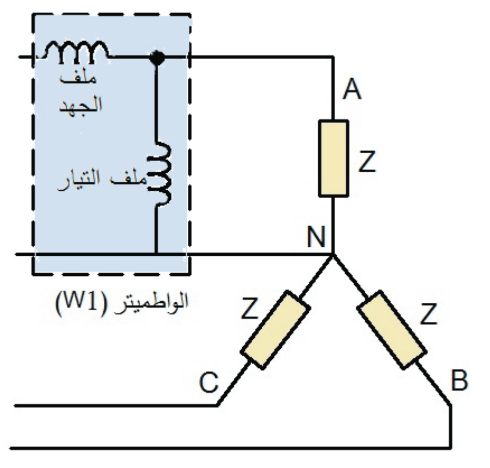
طرق قياس القدرة في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار:

1. طريقة الواطميتر الواحد: تستخدم هذه الطريقة في حالة الحمل المتزن، وتحسب القدرة ثلاثية الأطوار على النحو الآتي: $P_{3p} = 3P_1$

حيث: P_{3p} القدرة ثلاثية الأطوار.

P_1 القدرة أحادية الطور المقاسة بوساطة الواطميتر.

والشكل (2) الآتي يبيّن طريقة توصيل الواطميتر الواحد:



شكل (2): طريقة توصيل الواطميتر الواحد

2. طريقة الواطميترات الثلاثة: تستخدم هذه الطريقة لقياس القدرة ثلاثية الأطوار في الأحمال المتزنة وغير المتزنة، وبغض النظر عن نوع التوصيلة، نجمة، أم مثلث، تحسب قيمة القدرة على النحو الآتي:

$$W_{3P} = W_1 + W_2 + W_3$$

حيث إنّ:

W_{3P}: قيمة القدرة ثلاثية الأطوار.

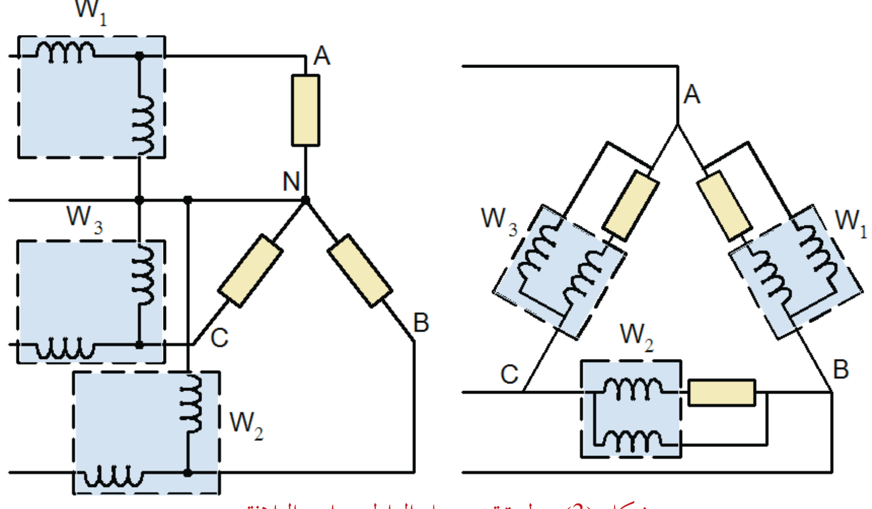
W_1: قراءة الواطميتر الأول.

W_2: قراءة الواطميتر الثاني.

W_3: قراءة الواطميتر الثالث.

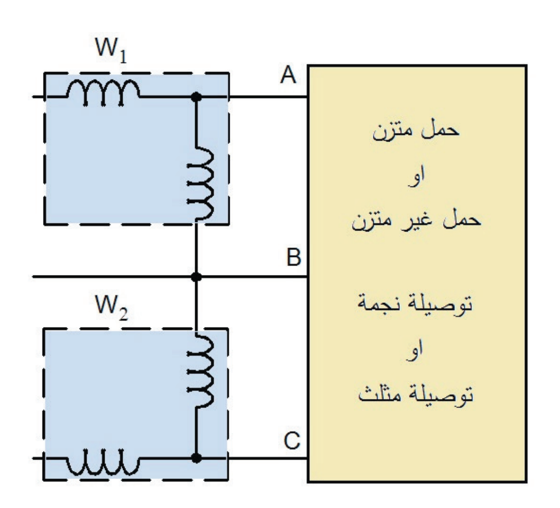
أي أنّ: $P_{3P} = P_1 + P_2 + P_3$

ويبيّن الشكل (3) الآتي طريقة توصيل الواطميترات الثلاثة في توصيلة المثلث وتوصيلة النجمة:



شكل (3): طريقة توصيل الواطميترات الثلاثة

3. طريقة الواطميترين: تستخدم هذه الطريقة في حالة الحمل المتزن وغير المتزن، وفي توصيلة المثلث، وتوصيلة النجمة، والشكل (4) الآتي يبيّن طريقة توصيل الواطميترين:



شكل (4): طريقة توصيل الواطميترين

وتكون القدرة ثلاثية الأطوار عبارة عن مجموع قراءتي الواطميترين، لكن في حالة الحمل المتزن تعتمد القراءة على معامل القدرة وَفق الآتي:

أ. إذا كان معامل القدرة أكبر من 0.5، سواء كان الحمل مادّيّاً، حثّيّاً أو مادّيّاً، سعويّاً، فإنّ:

$$P_{3P} = P_1 + P_2$$

أما اذا كان الحمل مادّيّاً نقيّاً، فإنّ: $P_1 = P_2$

ب. إذا كان معامل القدرة يساوي 0.5، سواء كان الحمل مادّياً، حثّياً أو مادّياً، سعوياً، فإنّ قراءة أحد الواطميترين تكون صفراً، وتعطى القدرة بقراءة الواطميتر الآخر.

ج. إذا كان معامل القدرة أصغر من 0.5، سواء كان الحمل مادّيّاً، حثّيّاً أو مادّيّاً، سعويّاً، فإنّ قراءة أحد الواطميترين تكون سالبة، وتطرح القدرتين من بعضهما بعضاً (نفرض أنّ P_2سالبة)، وتكون $P_{3P} = P_1 + (-P_2)$

نشاط: أثبت أنّ علاقة الواطميترين بمعامل القدرة في حالة الحمل المتزن هي على النحو الآتي:

$$\frac{W_1 - W_2}{W_1 + W_2} = \frac{V_L L_L \sin\theta}{\sqrt{3}\, V_L I_L \cos\theta}$$



مثال (3): عند قياس القدرة ثلاثية الأطوار لحمل ثلاثي الأطوار باستخدام طريقة الواطميترين، كانت قراءة أحد الجهازين 8 Kw، وقراءة الجهاز الثاني 3 Kw عند عكس توصيلة ملف التيار له، أحسب قيمة القدرة الكهربائية ثلاثية الأطوار.

الحل: عكس اتجاه ملف التيار يعني أنّ القدرة سالبة؛ وهذا يعني أنّ معامل القدرة أقل من 0.5

$$P_{3P} = P_1 + (-P_2) = 8 - 3 = 5\ KW$$

والشكل (5) الآتي يبيّن أنواع أجهزة قياس القدرة ثلاثية الأطوار:



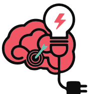




شكل (5): أنواع أجهزة قياس القدرة ثلاثية الأطوار

4.7 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: تركيب لوحات تحسين معامل القدرة:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: حضر صاحب مصنع إلى مصنع لوحات كهربائية، وطلب تركيب لوحة لتحسين معامل القدرة في مصنعه.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمعُ البيانات وأحلّلها	• جمع البيانات من صاحب المصنع عن: ▫ سبب طلب تركيب لوحة تحسين معامل القدرة في المصنع. ▫ قدرة المصنع. ▫ قيمة فاتورة الكهرباء التي تترتب على المصنع. • جمع البيانات عن: ▫ طرق قياس معامل القدرة ▫ طرق تحسين معامل القدرة. ▫ أثر تحسين معامل القدرة على فاتورة الكهرباء الخاصة بالمصنع. ▫ الغرامات التي تفرضها شركات الكهرباء في حال انخفاض معامل القدرة عن قيمة معينة.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب صاحب المصنع. ▫ كتالوجات عن لوحات تحسين معامل القدرة. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ فيديو عن معامل القدرة وتأثيراته على أنظمة إنتاج الطاقة الكهربائية، وتوزيعها. ▫ فيديو عن طرق قياس معامل القدرة في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار.

أخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: سبب طلب تركيب لوحة تحسين معامل القدرة في المصنع. قدرة المصنع. قيمة فاتورة الكهرباء التي تترتب على المصنع. طرق قياس معامل القدرة. طرق تحسين معامل القدرة. أثر تحسين معامل القدرة على فاتورة الكهرباء الخاصة بالمصنع. الغرامات التي تفرضها شركات الكهرباء في حالة انخفاض معامل القدرة عن قيمة معينة. • تحديد خطوات العمل: توصيل جهاز قياس معامل القدرة. قياس معامل القدرة للحمل. توصيل جهاز الواطميتر. قياس القدرة الفعالة، والقدرة الخيالية للحمل. تركيب لوحة تحسين معامل القدرة. • إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: كتالوجات عن أجهزة قياس معامل القدرة في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار. البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: مواقع ذات مصداقية خاصة بأجهزة قياس معامل القدرة في دارات التيار المتناوب ثلاثية الأطوار.
أنفِّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: استخدام تجهيزات قص الأسلاك الكهربائية وتعريتها استخدام الأدوات والعِدَد المناسبة. عدم تشغيل الدارة الكهربائية قبل التأكد من سلامة التوصيلات.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز قياس معامل قدرة • جهاز الواطميتر/ الفاروميتر. • جهاز DMM. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك وقصها. • قرطاسية. • الإنترنت (مواقع خاصة بأجهزة قياس معامل القدرة، وطرق تحسينها).

أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب المصنع. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (مجموعات عمل). • الحوار والمناقشة.	• طلب صاحب المصنع. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية للوحات تحسين معامل القدرة. • مخطط توصيل جهاز قياس معامل القدرة. • حاسوب. • الإنترنت (مواقع خاصة بأجهزة قياس معامل القدرة).
أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات عن: ▫ سبب طلب تركيب لوحة تحسين معامل القدرة في المصنع. ▫ قدرة المصنع. ▫ قيمة فاتورة الكهرباء التي تترتب على المصنع. ▫ طرق قياس القدرة الكهربائية الحقيقية ثلاثية الأطوار. ▫ طرق قياس القدرة الكهربائية الخيالية ثلاثية الأطوار. ▫ القدرة الكهربائية الخيالية، وتأثيراتها على أنظمة إنتاج الطاقة الكهربائية، وتوزيعها. ▫ طرق تقليل القدرة الكهربائية الخيالية في المصانع. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب المصنع. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أُقوّم	• المقارنة بين وضع المصنع قبل تركيب لوحة تحسين معامل القدرة، وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب المصنع.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب المصنع. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.

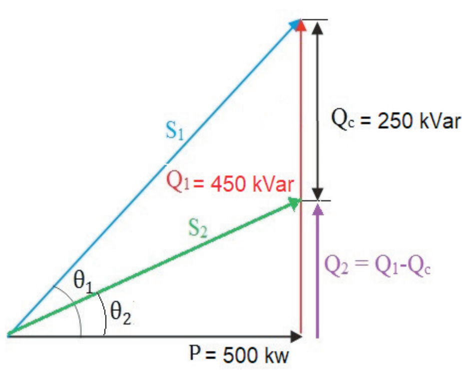
الأسئلة:



1. الصورة المجاورة هي لمواسع كهربائي، يستخدم في تحسين معامل القدرة، أتمعن الصورة جيداً، وأتعرف إلى المواصفات الفنية لهذا المواسع:
2. أرسم متجهات القدرة باستخدام طريقة تثبيت القدرة الظاهرية.
3. ما الطرق العملية لتحسين معامل القدرة؟
4. حمل كهربائي ثلاثي الأطوار، قدرته 400 kw، ومعامل قدرته 0.7، يراد تحسين معامل قدرته إلى 0.92 باستخدام محرك تزامني، أحسب القدرة الكلية للمحرك التزامني.

أتعلّم:

تحسين معامل القدرة



نشاط: مستخدماً رسم المتجهات الآتي، أجيب عن الأسئلة الآتية:

ما قيمة Q_2؟

ما قيمة معامل القدرة قبل التحسين؟

ما قيمة معامل القدرة بعد التحسين؟

ما قيمة S_1؟

ما قيمة S_2؟

كما تعرفت سابقاً، فإنّ معامل القدرة يمثل النسبة بين القدرة الحقيقية والقدرة الكلية (الظاهرية)، ولكن يوجد اختلاف بسيط في الحسابات بين معامل القدرة أحادي الطور، وثلاثي الأطوار، ويكمن الاختلاف في توصيلة المواسعات، ولفهم الأمر، إليك هذا المثال:



مثال (1): محرك حثّيّ، له المواصفات الآتية:

300 Kw , 380 v , 50 Hz , P.F = 0.8

1. أحسب القدرة غير الفعالة اللازمة لرفع معامل القدرة إلى 0.92.
2. أحسب قيمة المواسع لكل طور، إذا كانت المواسعات موصولة توصيلة نجمة.
3. أحسب قيمة المواسع لكل طور، إذا كانت المواسعات موصولة توصيلة مثلث.

الحل:

1 - $\cos\theta_2 = 0.92$ $\quad\quad$ $\cos\theta_1 = 0.8$

$\theta_2 = \cos^{-1} 0.92 = 23^0$ $\quad\quad$ $\theta_1 = \cos^{-1} 0.8 = 36.9^0$

$$Q_{C_{3P}} = P_{3P}(\tan\theta_1 - \tan\theta_2) = 300\,(\tan 36.9 - \tan 23) = 97.9\ KVAR$$

2 - بما أن Q_{c3p} تمثل القدرة الخيالية للأطوار الثلاثة.

والقدرة الخيالية للطور الواحد تساوي

$$Q_{c_{1p}} = \frac{Q_{c_{3p}}}{3} = \frac{97.9}{3} = 32.6\ kvar$$

من قانون القدرة:

$$Q = \frac{V^2}{X_C} = \frac{V^2}{\frac{1}{2\pi fc}} = 2\pi fcV^2$$

$$C = \frac{Q_{c1P}}{2\pi fV^2}$$

في حالة توصيل المواسعات توصيلة نجمة، يكون فرق الجهد أحادي الطور:

$$V_P = \frac{V_L}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 219V$$

$$C = \frac{32.6 \times 10^3}{2 \times \pi \times 50 \times 219^2} = 2.16 \times 10^{-3}F = 2160\ \mu F$$

3 - أما في حالة توصيلة المثلث، فيكون فرق الجهد أحادي الطور مساوياً لجهد الخط:

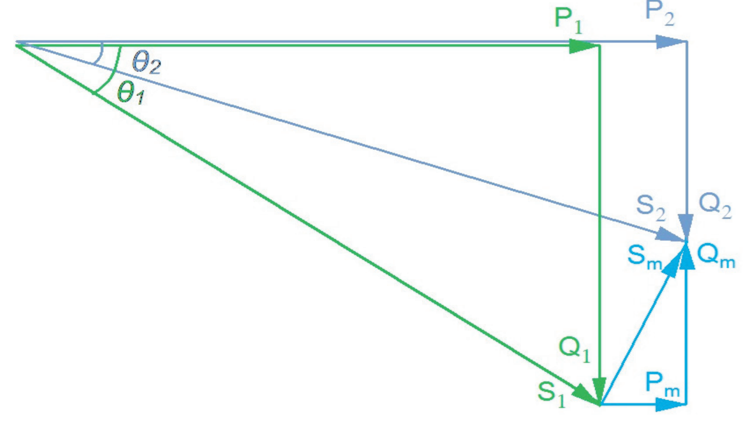
$$V_P = V_L = 380V$$

$$C = \frac{32.6 \times 10^3}{2 \times \pi \times 50 \times 380^2} = 0.718 \times 10^{-3}F = 718\mu F$$

أستنتج من المثال السابق أنّ توصيل المواسعات توصيلة المثلث يقلل من قيمة المواسع إلى الثلث؛ وهذا يعني تقليل تكلفة المواسعات في عملية تحسين معامل القدرة، لذلك يتم وصل المواسعات توصيلة المثلث.

ويمكن تحسين معامل القدرة بطريقتين، هما:

1. تثبيت القدرة الحقيقية: وتتلخص هذه الطريقة بوضع مواسع، أو مجموعة مواسعات على التوازي مع الحمل الكهربائي بعد عداد الطاقة الخيالية، وهي الطريقة الأكثر انتشاراً، وقد تم شرحها سابقاً.
2. تثبيت القدرة الظاهرية: تتلخص هذه الطريقة بوضع محرك تزامني ذي إثارة عالية في وضعية اللاحمل على التوازي مع الحمل، بحيث يستهلك المحرك قدرة حقيقية، وينتج قدرة خيالية، وتستخدم هذه الطريقة في المصانع الكبيرة، بحيث يكون المحرك أقل عرضة للتلف، ويبيّن الشكل (1) الآتي رسم المتجهات لطريقة تثبيت القدرة الظاهرية:



شكل (1): رسم المتجهات لطريقة تثبيت ال قدرة الظاهرية

حيث إنّ:

P_1: القدرة الفعالة للحمل قبل التحسين.

P_2: القدرة الفعالة بعد التحسين.

Q_1: القدرة غيرالفعالة للحمل قبل التحسين.

Q_2: القدرة غير الفعالة بعد التحسين.

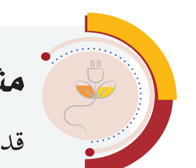
S_1: القدرة الكلية للحمل قبل التحسين.

S_2: القدرة الكلية بعد التحسين.

P_m: القدرة الفعالة المستهلكة من المحرك التزامني.

Q_m: القدرة المولدة من المحرك التزامني.

S_m: القدرة الكلية للمحرك التزامني.



مثال (2): حمل كهربائي ثلاثي الأطوار، قدرته 350 kw، ومعامل قدرته 0.6، يراد تحسين معامل قدرته إلى 0.92 باستخدام محرك تزامني، أحسب قيمة القدرة الكلية للمحرك التزامني.

الحل:

قبل التحسين:

$$P_1 = 350\ KW$$

$$S_1 = \frac{P_1}{COS\,\theta_1} = \frac{350}{0.6} = 583.3\ KVA$$

$$\theta_1 = COS^{-1}\ 0.6 = 53.1^{O}$$

$$Q_1 = S \sin \theta_1 = 583.3 \sin 53.1 = 446.5 = KVAR$$

بعد التحسين:

$$S_2 = S_1 = 583.3\ KVA$$

$$\theta_2 = COS^{-1}\ 0.92 = 23^{O}$$

$$P_2 = S_2\ COS\ \theta_2 = 583.3\ COS\ 23 = 536.6\ KW$$

$$Q_2 = S_2 \sin \theta_2 = 583.3 \sin 23 = 227.9\ KVAR$$

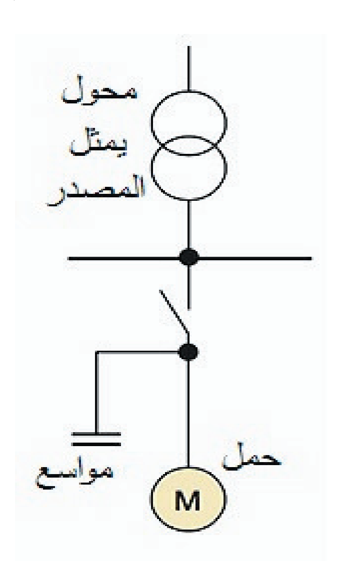
$$P_M = P_2 - P_1 = 536.6 - 350 = 186.6\ KW$$

$$Q_M = Q_2 - Q_1 = 227.9 - 446.5 = 218.6\ KVAR$$

$$S_M = \sqrt{P_M^{\ 2} + Q_M^{\ 2}} = \sqrt{186.6^2 + 218.6^2} = 287.4\ KVA$$

الطرق العملية لتحسين معامل القدرة:

1. التحسين الأحادي (Single compensation): يتم وصل المواسع مع الحمل مباشرة، وتقوم وسائل الحماية بحماية الحمل والمواسعات على حد سواء، ويبيّن الشكل (2) الآتي رسم توضيحي للتحسين الأحادي:



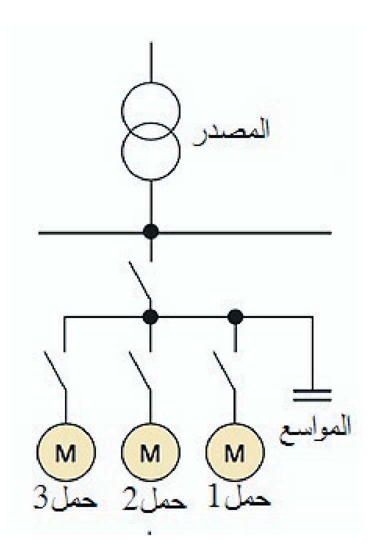
شكل (2): التحسين الأحادي لمعامل القدرة

ويكون استخدام التحسين الأحادي ذا جدوى اقتصادية في الحالات الآتية:

1. عند الأحمال الكبيرة.
2. عندما يكون زمن التشغيل للحمل كبيراً.
3. عند ثبات الحمل.

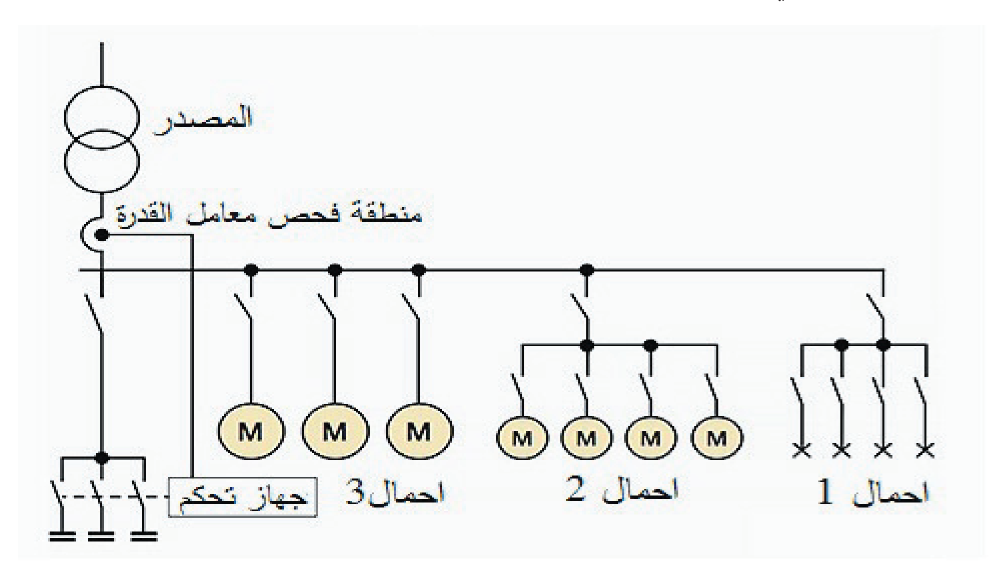
2. تحسين المجموعة (Group compensation): في هذه الحالة يتم تحسين معامل القدرة لمجموعة من الأحمال، ومثال ذلك: إنارة الشوارع، والملاعب.

وما ينطبق على التحسين الأحادي ينطبق على تحسين المجموعة، والشكل (3) الآتي يبيّن تحسين المجموعة:



شكل (3): تحسين المجموعة لمعامل القدرة

3. التحسين المركزي (Central Compensation): تستخدم هذه الحالة عندما يكون الحمل متغيراً وغير مستقر، بحيث تعمل دارة إلكترونية تسمى المنظم (Power Factor Regulator)، أو المتحكم (Power Factor Controller) على قياس قيمة معامل القدرة، وإدخال مواسع، أو عدة مواسعات وَفق الانخفاض في معامل القدرة، والشكل (4) الآتي يبيّن التحسين المركزي:



شكل (4): التحسين المركزي لمعامل القدرة

هنالك العديد من أشكال منظمات معامل القدرة، وأحجامها، والشكل (5) الآتي يبيّن بعض هذه الأجهزة:







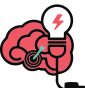
شكل (5): بعض أنواع منظمات معامل القدرة

تختلف مسميات وطرق تركيب المنظِّمات من شركة لأخرى، والشكل (6) الآتي يبيّن مخطط توصيل أحد هذه المنظِّمات:

شكل (6): مخطط توصيل أحد منظمات معامل القدرة

5.7 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: قياس مقاومة الأرضي (Earth Resistance Measurement):

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب أحد أصحاب المنازل من أحد الفنيين قياس مقاومة الأرضي، وفحص نظام التأريض الخاص بمنزله الذي تم بناؤه حديثاً، والتأكد من مطابقته المواصفات والمعايير الفنية.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحلّلها	• أجمع البيانات من صاحب المنزل عن: ▫ نوع التربة المقام عليها المنزل. ▫ عدد إلكترودات التأريض لديه. ▫ طول كل إلكترود. ▫ عمق كل إلكترود. • أجمع البيانات عن: ▫ أنظمة التأريض المستخدمة. ▫ طرق قياس مقاومة الأرضي. ▫ أجهزة قياس مقاومة الأرضي. ▫ العوامل المؤثرة في مقاومة التربة. ▫ الإجراءات التي يجب اتخاذها إذا ارتفعت مقاومة التربة. ▫ العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في المهمة.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب صاحب المنزل. ▫ كتالوجات عن أجهزة قياس مقاومة الأرضي. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ فيديو عن أجهزة قياس مقاومة الأرضي. ▫ فيديو عن طرق قياس مقاومة الأرضي.
أخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: ▫ طرق قياس مقاومة الأرضي. ▫ أجهزة قياس مقاومة الأرضي. ▫ أنظمة التأريض المستخدمة. ▫ العوامل المؤثرة في مقاومة التربة. ▫ الإجراءات التي يجب اتخاذها إذا ارتفعت مقاومة التربة. • تحديد خطوات العمل: ▫ اختيار طريقة قياس مقاومة الأرضي. ▫ اختيار أحد أنواع أجهزة قياس مقاومة التربة. ▫ تحديد المسافات بين الإلكترودات المساعدة والإلكترود المراد قياس مقاومته. ▫ اختيار أماكن تثبيت الإلكترودات المساعدة. ▫ إعداد جدول زمني للتنفيذ.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: • كتالوجات عن أجهزة قياس مقاومة الأرضي. • البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: • مواقع ذات مصداقية خاصة بأجهزة قياس مقاومة الأرضي.

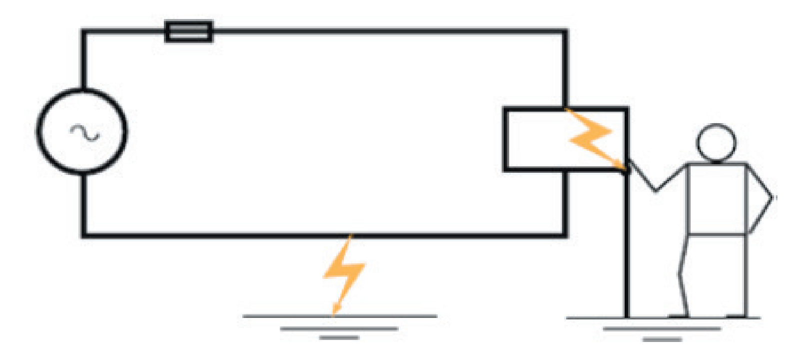
أنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة، والانتباه إلى: استخدام تجهيزات قص الأسلاك الكهربائية، وتعريتها. فصل مصدر الجهد عن المنشأة المراد فحصها. • غرس إلكترودات مساعدة C, P بالمسافة المحددة، وعلى استقامة واحدة. • ربط أحد أطراف جهاز الفحص مع الإلكترود المساعد C. • ربط الطرف الآخر للجهاز مع الإلكترود المساعد P. • ربط الطرف الثالث لجهاز فحص مقاومة الأرضي مع موصل التأريض الرئيس. • ربط الطرف الرابع لجهاز الفحص (الملقط) مع قضيب التأريض. • تشغيل جهاز الفحص بالضغط على كبسة (START)، وقياس مقاومة الأرضي. • تحريك الإلكترود المسمى P متراً واحداً باتجاه قضيب التأريض المراد فحصه، ثم أخذ القراءة، وتسجيلها. • تحريك الإلكترود المسمى P متراً واحداً باتجاه الإلكترودC، ثم أخذ القراءة، وتسجيلها. • أخذ معدل القراءات الثلاث، وتسجيلها لتكوّن القراءة المطلوبة. • إعادة ربط موصل التأريض الرئيس مع قضيب الإلكترود، وإعادة توصيل الخدمة إلى المستهلك من جديد بعد إكمال الفحص.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز قياس مقاومة الأرضي • جهاز DMM. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك، وقصها. • قرطاسية. • الإنترنت (مواقع خاصة بأجهزة قياس مقاومة الأرضي).
أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب المنزل. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (مجموعات عمل). • الحوار والمناقشة.	• طلب صاحب المنزل. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية. • مخطط توصيل جهاز قياس مقاومة الأرضي. • حاسوب. • الإنترنت (مواقع خاصة بأجهزة قياس مقاومة الأرضي).

أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات حول: □ طرق قياس مقاومة الأرضي. □ أجهزة قياس مقاومة الأرضي. □ أنظمة التأريض المستخدمة. □ العوامل المؤثرة في مقاومة التربة. □ الإجراءات التي يجب اتخاذها إذا ارتفعت مقاومة التربة. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب المنزل • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين وضع نظام التأريض قبل قياس مقاومة الأرضي، وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب المنزل.	• الحوار والمناقشة. • العصف الذهني (استمطار الأفكار).	• طلب صاحب المنزل. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.



الأسئلة:

1. أبحث في الإنترنت: ماذا يحدث للشخص الملامس للهيكل المعدني للجهاز في الشكل الآتي؟ وما مقدار التيار والجهد اللذين يمثلان خطراً على الأشخاص؟



2. أبحث في الإنترنت، وأتأكد من صحة العبارة الآتية: «إنّ تقليل ممانعة دائرة العطب الأرضي يؤدي إلى تحسّس أجهزة الحماية الكهربائية».
3. كيف يمكن تقليل المقاومة النوعية للتربة؟
4. هل تختلف أقل قيمة لمقاومة الأرضي من بلد لآخر؟ أبحث عن ذلك في الإنترنت.

5 ما مخاطر زيادة قيمة مقاومة الأرضي عن القيمة المسموح بها؟

6 أكتب بحثاً عن نظام التأريض الذي تعتمده شركة كهرباء محافظة القدس.

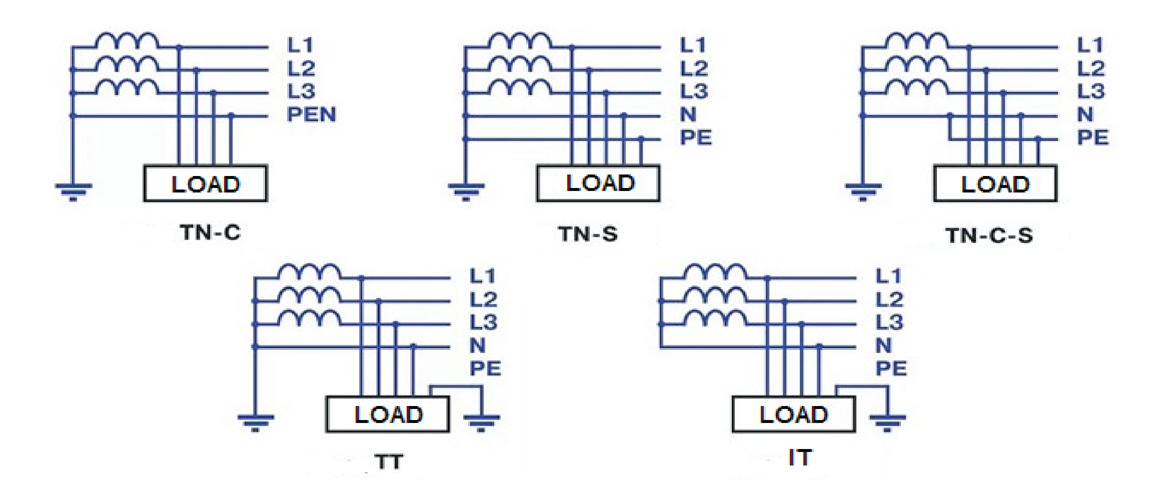
7 هل تختلف مواصفات قاطع الحماية من التسريب الأرضي المستخدم في المنازل عن مواصفات القاطع المستخدم في المصانع؟ أوضّح إجابتي.

8 أفسّر: يجب أن تكون المسافة بين الإلكترود المتصل بالطرف P2، وإلكترود التأريض الأصلي تساوي 0.618 من المسافة بين الإلكترود المتصل بالطرفC2، وإلكترود التأريض الأصلي عند قياس مقاومة الأرضي لإلكترود واحد باستخدام طريقة الأقطاب الثلاثة.



قياس مقاومة الأرضي (Earth Resistance Measurement):

نشاط: الصورة الآتية تبيّن أنظمة التأريض المستخدمة في شبكات التوزيع الكهربائية، أبحث في الإنترنت عن مزايا كل نوع منها، وعيوبه:



التأريض: هو التوصيل والربط الكهربائي الجيد لجميع الأجزاء الموصلة والحاملة للتيار الكهربائي في منظومة الكهرباء التي تكون على اتصال مباشر مع الشخص الذي قد يتعامل معها بقصد، أو من دون قصد؛ بغرض توفير حماية جيدة ضد تيار القصر الممكن حدوثه.

لذلك يجب تـأريض:

1. مخارج القدرة.
2. هياكل وحدات الإنارة المعدنية والأجهزة الكهربائية المنزلية التي تصنع من مواد موصلة للتيار الكهربائي.
3. المواسير والهياكل المعدنية الخاصة بلوحات التوزيع الكهربائية الرئيسة والفرعية الخاصة بالآلات.
4. هياكل المحركات الكهربائية.
5. الحواجز والأبراج الخاصة بشركات الاتصالات.
6. خزانات الوقود الخاصة بالتدفئة المركزية، وتلك الموجودة في محطات الوقود.
7. منظومات الكهرباء المعرضة للاتصال بالكهرباء عموماً.

أهمية التأريض:

1. يحمي الأفراد من خطر الصعقة الكهربائية الناتجة عن قصور العزل، أو انهياره.
2. يقي من خطر التفريغ الكهربائي (Voltage Surge).
3. يحمي المعدات من أضرار التغيرات المفاجئة والكبيرة في جهد الصعقة.
4. يؤمّن تشغيلاً مناسباً للمعدات والمنظومات الكهربائية.

أنواع التأريض:

1. التأريض الوظيفي (Functional Earthling): هو تأريض نقطة التعادل الكهربائية (N) لمحولات القدرة، وتأريض النقاط المشتركة لمحولات التيار (C.T) لأسباب تشغيلية.



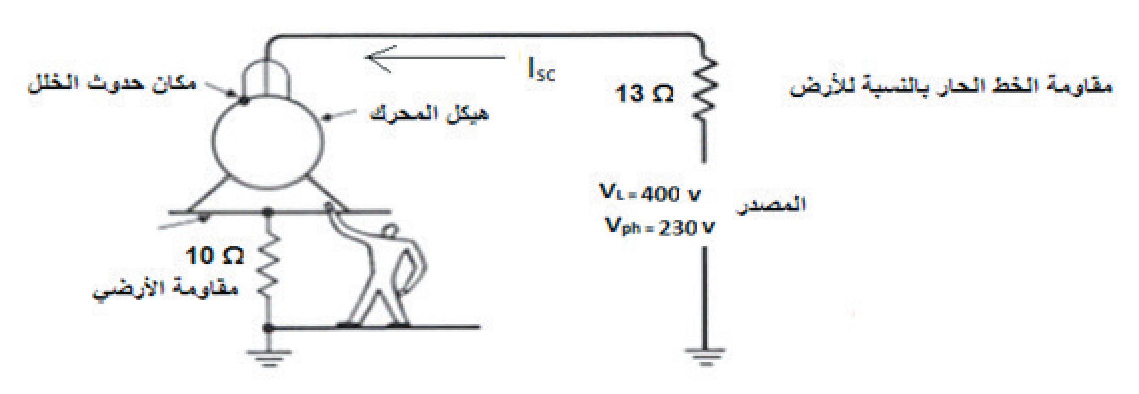
شكل (1): تأريض محولات النقل والتوزيع

2. التأريض الوقائي (Protective Earthing PE): يقوم بتفعيل أجهزة الحماية الكهربائية، كقاطع التسريب الأرضي (ELCB)، والعمل على فصل التيار الكهربائي في حال حدوث تماسّ بين الأجهزة الحاملة للتيار الكهربائي

والأجزاء غير الحاملة، كالهياكل المعدنية؛ وذلك لتأمين سلامة الأشخاص والمعدات على حد سواء.

3. التأريض الاستاتيكي: يستخدم لضمان تسرب الشحنات المستقرة في الحاويات والخزانات والأوعية؛ نتيجة تصادم السوائل الهيدروكربونية بجدرانها أثناء التحميل، أو التفريغ.

إنّ تقليل ممانعة دائرة العطب الأرضي يؤدي إلى تحسس أجهزة الحماية الكهربائية، وبالتالي إلى قيامها بقطع التيار عن الجزء المعطوب؛ أي عزله عن الأجزاء السليمة من الدارة الكهربائية، وخلال وقت قصير جداً، فتوفر الحماية الكافية للتأسيسات من الإعطاب والحرائق، وحماية الأشخاص من خطر الصعقة الكهربائية.



شكل (2) حدوث خلل في تشغيل محرك ثلاثي الطور

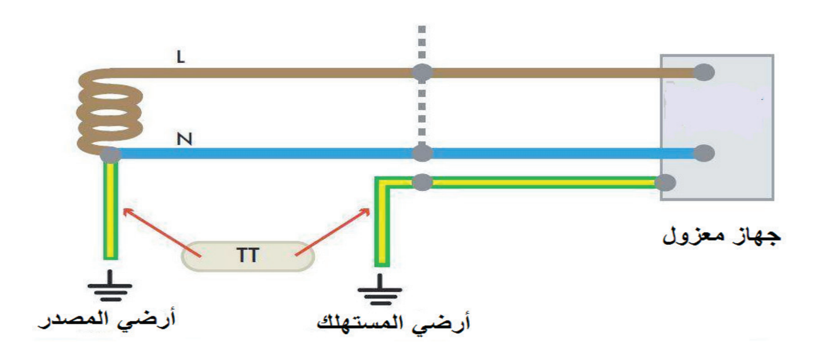
وفي هذه الحالة، فإنّ تياراً أكبر بكثير من تيار التشغيل العادي يمرّ في جزء من الدارة بين المصدر ونقطة التماس، يسمى تيار القصر Isc.

قد يؤدي مرور تيار القصرIsc لوقت طويل إلى إصابة الأشخاص إصابات متفاوتة، قد تصل إلى الموت السريع، أو حدوث حرائق إذا لم يتم تفعيل أجهزة الحماية فوراً، مثل قاطع الحماية من التسريب الأرضي.

وتتكون مقاومة إلكترود الأرضي من ثلاث مركّبات، هي:

1. مقاومة معدن الإلكترود.
2. مقاومة التماس بين معدن الإلكترود والتربة المحيطة به مباشرة.
3. مقاومة التربة نفسها إلى كتلة الأرض المرجعية، وهي أكبر المركّبات الثلاثة.

يجب عمل قياسات دورية كل عامين على الأقل؛ لمقاومة إلكترود الأرضي بعد دفنه بالأرض؛ بسبب تغيّر قيمة هذه المقاومة مع مرور الزمن؛ نظراً لتغيّر الظروف الجوية، وتغيّر مخزون المياه الجوفية، والقيمة المقبولة لمقاومة الأرضي في نظام TT المستخدم في منطقتي، يجب أن تكون أقل من (5) أوم.



شكل (3): نظام التأريض من النوع (TT)

ويجب أن تكون حساسية قاطع الحماية من التسريب الأرضي 30 mA، ويجب أن يفصل بزمن لا يزيد عن 0.4 ثانية. ومن الإجراءات التي يجب اتخاذها، إذا ارتفعت مقاومة الأرضي عن الحد المسموح ما يأتي:

1. المعالجة الكيميائية للتربة، حيث تستخدم كبريتات المغنيسيوم، أو كبريتات النحاس، بينما يُعدّ كلوريد الصوديوم (الملح العادي) الذي يخلط مع الفحم، أو كبريتات المغنيسيوم الأكثر استعمالاً؛ لأنها تجمع بين الثمن الرخيص، والتأثير الكهربائي العالي، والتأثير الضعيف على تآكل إلكترود التأريض.
2. استخدام عدد آخر من قضبان الأرضي (الإلكترودات) Spikes، وربطها معاً على التوازي:

- القضيب الثاني يخفض مقاومة الأرضي بنسبة 60%.
- القضيب الثالث يخفض مقاومة الأرضي بنسبة 40% (توضع القضبان الثلاثة على رؤوس مثلث متساوي الأضلاع، طول كل ضلع فيه يساوي طول أيّ قضيب منها).
- القضيب الرابع يخفض مقاومة الأرضي بنسبة 33%.

3. غرز القضبان على عمق أكثر يعمل على تخفيض مقاومة الأرضي.
4. زيادة طول إلكترود التأريض يعمل على تخفيض مقاومة الأرضي.
5. زيادة قطر قضيب التأريض له تأثير جزئي وقليل على تخفيض مقاومة الأرضي.

وهناك عدة طرق لقياس مقاومة الأرضي، منها:

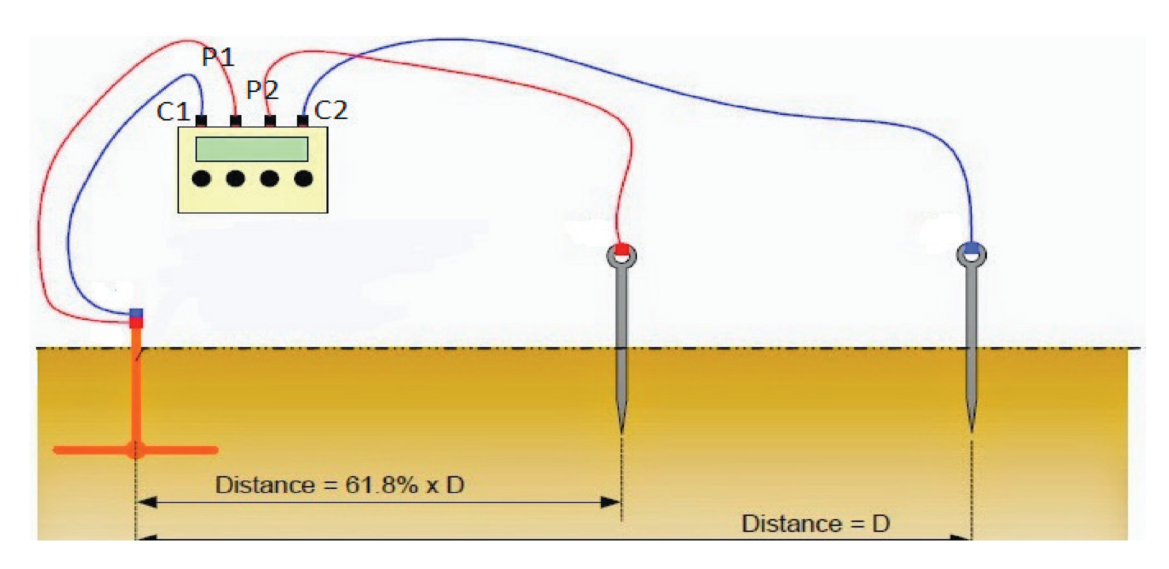
1. قياس مقاومة الأرضي لإلكترود واحد باستخدام طريقة الأقطاب الثلاثة:

وهي تستخدم طريقة الهبوط في الجهد (fall – of potential)، ويتم الفحص بهذه الطريقة وموصل التأريض الرئيس منفصل عن قضيب التأريض، وتتم هذه العملية قبل توصيل خدمة التيار الكهربائي للمستهلك.



شكل (4): جهاز قياس مقاومة الأرضي

يُعدّ الإلكترود المراد قياس مقاومته هو المرجع، ويستخدم إلكترودان مساعدان آخران، طول كل منهما 60 سم، ويدفنان في الأرض لعمق يتراوح من 30 - 60 سم، حيث يستخدم أحدهما لقياس التيار، والآخر لقياس الجهد.



شكل (5): قياس مقاومة الأرضي باستخدام طريقة الأقطاب الثلاثة

ويتم تحريك الإلكترود المساعد الداخلي مسافة 1م في أيّ اتجاه، ثم أخذ القراءة، فإذا كانت بعيدة عن القراءة السابقة بنسبة أكبر من 30%، فإنه يلزم حينها زيادة المسافة بين الإلكترود الأصلي وباقي الإلكترودات المساعدة.

ويبيّن الجدول (1) الآتي المسافة التي يدفن فيها الإلكترود على أعماق مختلفة، بالاعتماد على طول الإلكترود المستخدم، إضافة للمسافات الفاصلة لكل من الإلكترودات المساعدة:

عمق الإلكترود المراد قياس مقاومته (م)	المسافة التي يبعد فيها الإلكترود المساعد الداخلي (م) D×0.618	المسافة التي يبعد فيها الإلكترود المساعد الخارجي (م) D
2	15	25
3	20	30
6	25	40
10	30	50

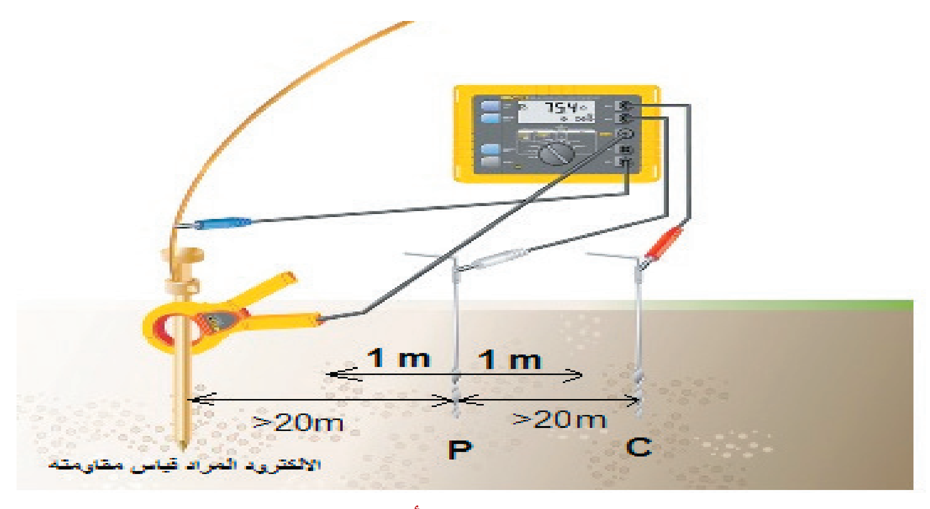
جدول (1): عمق دفن الإلكترود المراد قياس مقاومته مقارنة بطوله والمسافات الفاصلة بين الإلكترودات

وفي حال اتصل أكثر من إلكترود (على التوازي)، فإنّ قراءة الجهاز تمثّل حينها المقاومة الكلية لنظام التأريض متعدد الإلكترودات.

2. قياس مقاومة الأرضي باستخدام جهاز القياس ذي الملقط:

في حالات كثيرة، لا يمكن فصل موصل التأريض الرئيس عن المنشأة، (وخاصة عند إجراء عملية الصيانة)؛ لاعتبارات الأمان الخاص بمنظومة الكهرباء داخل المنشأة المراد فحص مقاومة الأرضي فيها، فعند قياس مقاومة الأرضي باستخدام جهاز القياس ذي الملقط، لا يتم فصل موصل التأريض الرئيس عن الإلكترود، وبالتالي عدم تعريض الفاحص، أو باقي الأشخاص للخطر أثناء إجراء هذا الفحص، وهذا الجهاز يستعمل الملقط، ويقوم بقياس التيار، ونقله بطريقة الحث الكهرومغناطيسي.

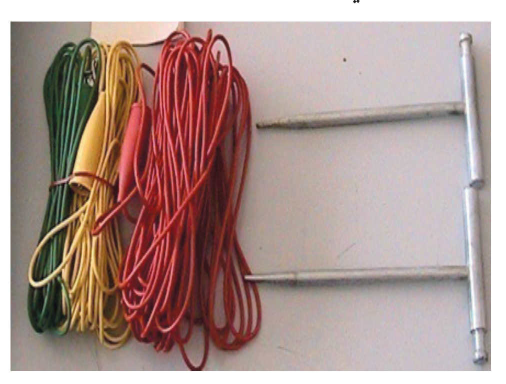
ولاعتبارات الأمان الخاص بمنظومة الكهرباء داخل المنزل المراد فحص مقاومة الأرضي به، سيتم اعتماد قياس مقاومة الأرضي باستخدام جهاز القياس ذي الملقط في هذا الموقف التعليمي التعلّمي:



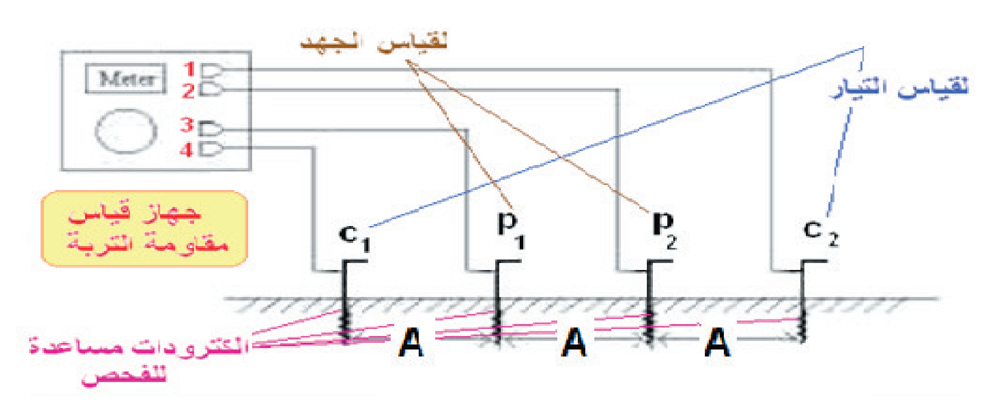
شكل (6):جهاز قياس مقاومة الأرضي ذي ملقط

طريقة قياس مقاومة التربة:

يتم استخدام أربعة إلكترودات، مصنوعة من مادة موصلة، وتكون صغيرة الحجم، وتغرس في التربة على استقامة واحدة، وعادة ما يكون طولها سم، وتكون متباعدة بشكل متساوٍ (يجب أن تكون المسافة حوالي 30 بين كل إلكترود وآخر، ولا تقل عن 20 ضعف مسافة غرس الإلكترود في التربة).



شكل (7): الالكترودات المساعدة المستخدمة في جهاز فحص مقاومة التربة



شكل (8): جهاز قياس مقاومة التربة طريقة النقاط الأربع

طريقة حساب مقاومة التربة:

$$\rho = 2 * \pi * A * R$$

حيث إنّ:

ρ : المقاومة النوعية للتربة . (أوم . سم)

A : المسافة بين الإلكترودات بالسنتمتر .

π : عدد ثابت (٣,١٤) .

R : مقاومة التربة بالأوم .

(على اعتبار أنّ المسافة الفاصلة بين كل إلكترود وآخر لا تقل عن 20 ضعف مسافة غرس الإلكترود في التربة).

6.7 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: قياس مقاومة العزل:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: طلب أحد أصحاب المنازل من أحد الفنيين قياس مقاومة العزل الخاصة بمنزله الذي تم بناؤه حديثاً، والتأكد من مطابقته المواصفات والمعايير الفنية.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أجمع البيانات، وأحللها	• أجمع البيانات من صاحب المنزل عن: ▫ الجهد الواصل إلى المنزل (أحادي الطور أم ثلاثي الأطوار). ▫ أجمع البيانات عن: • أجهزة قياس مقاومة العزل. • طرق قياس مقاومة العزل. • العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في المهمة.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب صاحب المنزل. ▫ كتالوجات عن أجهزة قياس مقاومة العزل. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ فيديو عن أجهزة قياس مقاومة العزل. ▫ فيديو عن طرق قياس مقاومة العزل.
أخطِّط، وأقرِّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: ▫ أجهزة قياس مقاومة العزل. ▫ طرق قياس مقاومة العزل. ▫ العوامل المؤثرة في مقاومة التربة. ▫ اخيار أحد أنواع أجهزة قياس مقاومة العزل. • تحديد خطوات العمل: ▫ فصل مصدر الطاقة الرئيس عن الدارة المراد قياس مقاومة العزل فيها. ▫ وضع جميع القواطع الآلية الخاصة بمخارج القدرة ووحدات الإنارة في وضعية التشغيل. ▫ إزالة جميع المصابيح في وحدات الإنارة من أماكنها، وفي حالة عدم القدرة على إزالة مصابيح الإنارة من أماكنها يتم وضع مفاتيح الإنارة الخاصة بمصابيح الإنارة في وضعية الإيقاف (خاصة المتعلقة منها بمفاتيح ديمر). ▫ فصل جميع الأجهزة الكهربائية المتصلة بمخارج القدرة. • تحديد الأدوات والعِدَد والأجهزة اللازمة. • إعداد خطة لتنفيذ العمل تتضمن الوقت المقدر لتنفيذه.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: ▫ كتالوجات عن أجهزة قياس مقاومة العزل. ▫ البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: ▫ مواقع ذات مصداقية خاصة بأجهزة قياس مقاومة العزل.

	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • وضع مقياس الجهد على قيمة 500 فولت، وهو جهد الاختبار المستخدم في التمديدات المنزلية • اختبار جهاز قياس مقاومة العزل وموصلاته: أ- فصل طرفي الجهاز بعضهما عن بعض، ثم الضغط على كبسة (TEST)، ويجب أن تكون قراءة الجهاز عند أقصى قيمة لها. ب- توصيل طرفَي الجهاز بعضهما مع بعض، ثم الضغط على كبسة (TEST)، ويجب أن تكون قراءة الجهاز صفراً. • فحص التوصيل الكهربائي بين الخط الحار L والخط المتعادل N عند الأطراف النهائية للموصلات (بعد التأكد من وضع جميع القواطع الآلية في لوحة التوزيع الكهربائية في وضعية التشغيل، وكذلك المفاتيح المفردة، ومفاتيح الدرج). • توصيل طرفَي الخط الحارL والخط المتعادل N معاً عند لوحة التوزيع الكهربائية، مع توصيلهما مع أحد طرفَي جهاز الفحص، ووصل طرف الجهاز الآخر مع موصل الوقاية PE، وتشغيل المفاتيح المفردة، ومفاتيح الدرج، ثم تشغيل الجهاز، وقراءة قيمة مقاومة العزل. • فحص كل دارة فرعية وحدها، باتباع الإجراءات السابقة نفسها، وفي هذه الحالة، يتم بين موصل الوقاية PE والخط الحار L والخط المتعادل N لهذه الدارة فقط (وهذا يتطلب فصل جميع الخطوط المتعادلة N من جسر النيوترال؛ لفحص كل خط وحده) بعد وضع المفتاح الخاص بتشغيل الدارة (مفرد/ درج) على وضعية التشغيل.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز قياس مقاومة العزل. • جهاز DMM. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك، وقصها. • قرطاسية. • الإنترنت (مواقع خاصة بأجهزة قياس مقاومة العزل).

أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب صاحب المنزل. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (مجموعات عمل). • الحواروالمناقشة.	• طلب صاحب المنزل. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية. • مخطط توصيل جهاز قياس مقاومة العزل. • حاسوب. • الإنترنت (مواقع خاصة بأجهزة قياس مقاومة العزل).
أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات عن: - الجهد الواصل إلى المنزل (أحادي الطور أم ثلاثي الأطوار). - أجهزة قياس مقاومة العزل. - طرق قياس مقاومة العزل. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب المنزل. • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحواروالمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	- المقارنة بين حالة صاحب المنزل - قبل قياس مقاومة العزل، وبعده. - تعبئة نموذج التقييم. - رضا صاحب العمل.	• الحواروالمناقشة. • العصف الذهني.	• طلب صاحب المنزل. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.

الأسئلة:

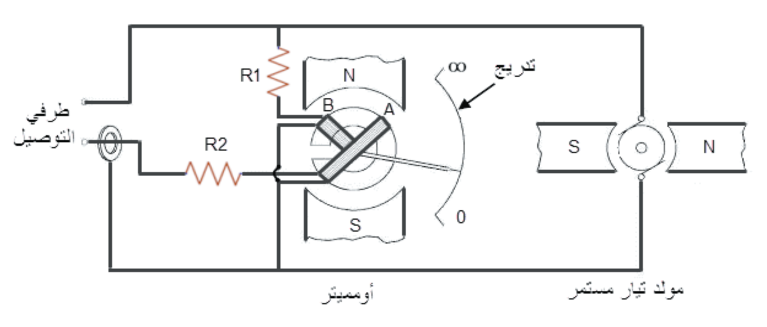
1. اعتاد الناس على تسمية جهاز قياس مقاومة العزل بالميجر، وفي الحقيقة أنّ كلمة ميجر Megger تشير إلى الشركة المصنّعة، وليس إلى اسم جهاز قياس مقاومة العزل.
أبحث في الإنترنت عن أجهزة القياس التي تنتجها شركة Megger .
2. أبحث في الإنترنت عن الخصائص الفنية لجهاز قياس مقاومة العزل الرقمي (Digital)، ثم أقارن بينه وبين جهاز قياس مقاومة العزل ذي المؤشر (Analog).
3. هل يمكن استخدام الجهاز الرقمي متعدد القياساتDMM لقياس مقاومة العزل؟ أوضح اجابتي.
4. ما الهدف من إجراء فحص مقاومة العزل؟
5. ما أنواع أجهزة قياس مقاومة العزل من حيث طريقة توليد الجهد؟
6. لماذا يتم فصل خط النيوترال الرئيس عن اللوحة الكهربائية عند قياس مقاومة العزل لها؟
7. لماذا يتم فصل جميع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية، مثل الأجراس، وكواشف الدخان، وكواشف الحركة، والمؤقتات، إن أمكن، أو استثناؤها من فحص العزل عند قياس مقاومة العزل؟

أتعلّم: قياس مقاومة العزل (Insulation Resistance Test):

نشاط: الصورة الآتية تبيّن طريقة قياس مقاومة العزل لمحرك ثلاثي الأطوار، أتمعن الصورة جيداً، ثم أقيس مقاومة العزل لأحد المحركات الكهربائية ثلاثية الأطوار الموجودة في ورشتي الفنية.



جهاز الميجر الخاص بالعزل (Megger): هو جهاز أوممیتر محمول ذو مدى واسع من القراءات، يحتوي على مولد تيار مستمر، ويعطي قراءة مباشرة لمقاومة العزل بالأوم، أو الكيلو أوم، أو الميجا أوم، أو الجيجا أوم، أو التيرا أوم وَفق المدى، ويتم اختيار الجهاز المناسب لجهد الدارة المراد قياس العزل فيها، حيث تولد هذه الأجهزة جهوداً مترددة قياسية تتراوح بين (250 فولت/ 500 فولت/ 1000 فولت)، ولكن بقيمة تيار 1mA، وألّا تقل قيمة مقاومة العزل المقاسة عن الف ضعف قيمة جهد الدارة المراد قياس مقاومة عزل الموصلات فيها (في نظام 220 فولت لا تقل مقاومة العزل عن $220\ k\Omega$).



شكل (1):مكونات جهاز قياس مقاومة العزل التماثلي

يستخدم الميجر لقياس مقاومة العزل في الأجهزة الكهربائية، مثل المحركات، والمولدات، والمحولات، والكوابل الكهربائية، بين الأوجه بعضها مع بعض، أو بين الوجه الواحد والأرض.

كما يستخدم الميجر لقياس استمرارية التوصيل في الدارات الكهربائية المختلفة.

ومقاومة العزل للتمديدات ليست متساوية، بل تتأثر بالرطوبة، بالإضافة إلى تقادم عمر التمديدات.

مقاومة العزل ($M\Omega$) = جهد الفحص (V) / تيار التسريب (μA).

الهدف من إجراء فحص مقاومة العزل:

يهدف فحص مقاومة العزل للتأكد من الأمور الآتية:

1. عدم إصابة العازل بأية أضرار أثناء تمديد الأسلاك في المجاري الخاصة بها.
2. صحة الوصلات التي استخدمت في ربط الدارات الفرعية بالدارات العمومية، وصحة تنفيذ نهايات الأسلاك، وربطها بالمخارج بمختلف أنواعها.
3. خلوّ الدارة من أعطال القصر بين الموصلات المستخدمة في التمديدات الكهربائية.

أنواع جهاز الميجر:

تختلف أجهزة الميجر بعضها عن بعض وَفق ما يأتي:

1. الغرض المصممة من أجله.
2. المدى الذي تقيسه.
3. طريقة عرض النتائج (تماثلي Analog، أو رقمي Digital).
4. الجهد المستمر الذي تولده.
5. طريقة توليد الجهد (يدوياً، أو ببطارية داخلية، أو من مصدر التيار المتردد):

أ. مولد يدوي أو كهربائي، عند إدارته يتولد بين طرفيه جهد عالٍ من 500 – 1000 فولت، أو أعلى، وهذا الجهد قادر على الإحساس بأيّ اتصال بين الملفات وجسم الجهاز، أو الملفات مع بعضها بعضاً.



شكل (2): جهاز قياس مقاومة العزل التماثلي

ب. جهاز إلكتروني ببطارية داخلية، يولد جهداً عالياً بضغطة زر.



شكل (3): جهاز قياس مقاومة العزل الرقمي

الاحتياطات الواجب اتخاذها عند استخدام جهاز قياس مقاومة العزل:

1. فصل مصدر التغذية عن المنشأة المراد عمل الفحص لها.
2. فك جميع المصابيح الكهربائية.
3. فصل جميع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية، مثل الأجراس، وكواشف الدخان، وكواشف الحركة، والمؤقتات إن أمكن، أو استثناؤها من فحص العزل عن طريق فصل أطراف التغذية لها؛ حتى لا تتعرض لجهد الاختبار، وحتى تكون المقاومة الوحيدة الموجودة بين خط الفاز L والخط المحايد N وخط الأرضي الوقائي PE هي مقاومة عزل الأسلاك.
4. فصل خط النيوترال الرئيس عن اللوحة؛ لأنّ خط النيوترال الرئيس للمصدر موصول مع الأرض (نظام التأريض المستخدم من النوع TT).
5. عدم لمس أطراف الأسلاك غير المعزولة أثناء عملية الفحص؛ بسبب الفولطية العالية المتولدة.
6. يجب فصل الجهاز المراد فحصه عن مصدر التغذية، إذا كان يراد قياس العازلية له.
7. تفريغ المواسعات الموجودة في الأجهزة المراد فحص عازليتها قبل عملية الفحص وبعدها، وذلك بتوصيل مقاومة بين طرفَي المواسع.
8. الانتظار 30 ثانية تقريباً قبل أخذ القراءة؛ حتى يستقر المؤشر، إذا كان الجهاز من النوع ذي المؤشر.
9. على الأشخاص الدين يستعملون منظماً لضربات القلب توخّي الحذر عند التعامل مع هذه الأجهزة؛ لما لها من تأثير ضارّ عليهم.
10. عدم تشغيل الجهاز في جوّ مشبع بأبخرة قابلة للاشتعال.
11. الجهد المسلط على العازل يكون كبيراً؛ لذا يجب فصل الآلة تحت الاختبار عن أية أجهزة ملحقة؛ لحمايتها، وحتى لا تؤثر أيضاً على قراءة مقاومة العزل.

طريقة استخدام جهاز قياس مقاومة العزل:

1. التأكد من عدم ظهور إشارة ضعف مستوى البطارية (LOW BATTERY).
2. التأكد من خلو الجهاز وموصلاته من أيّ تلف.
3. فحص استمرارية موصلات جهاز الفحص من خلال وضع الجهاز على (فحص الاستمرارية)، وذلك بقصر أطراف موصلات الفحص.
4. اختيار جهد الفحص (250/ 500 / 1000 فولت)، أما جهد الاختبار المستخدم للتمديدات المنزلية فهو 500 فولت، ويبيّن جدول (1) الآتي الحد الأدنى لمقاومة العزل وَفق الجهد المقنن:

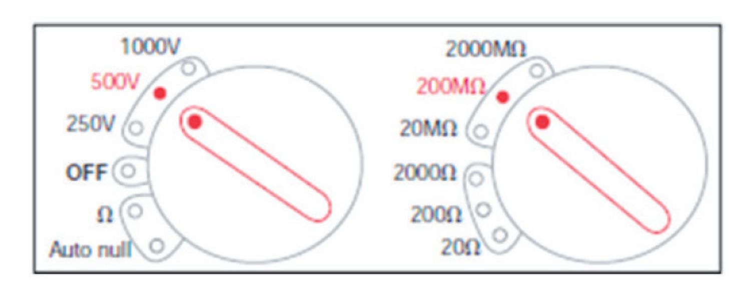
الجهد المقنن للدارة (V)	جهد الاختبار (V)	أدنى قيمة لمقاومة العزل (MΩ)
1000	Vdc = 1000	1
500	Vdc = 500	0.5
50	Vdc = 50	0.25

جدول (1): الحد الأدنى لمقاومة العزل وفق الجهد المقنن

5. عدم إدارة القرص أثناء عملية الفحص؛ لأنّ ذلك قد يسبب تلف الجهاز.
6. اختيار مدى العزل المطلوب (2000 MΩ , 200 MΩ , 20 MΩ) من خلال إدارة القرص، ويفضل البدء بالقيم العالية، ثم الانتقال إلى القيم الأقل.
7. إذا أعطى الجهاز صوت زامور خطر، يجب فصل الأطراف، والتأكد من أنّ المصدر مفصول، وإذا تم الضغط على كبسة الفحص، قد يؤدي ذلك إلى تلف الجهاز.
8. إذا لم يُظهر الجهاز أيّ صوت، يمكن عندها البدء بعملية الفحص من خلال الضغط على كبسة الفحص (START).
9. قيمة القراءة المقبولة يجب أن تكون أكبر من 1 MΩ، حيث تعتمد هذه القيمة على جهد الاختبار، وجهد التشغيل المقرر للأسلاك والأجهزة.
10. عند الانتهاء، يجب الانتظار قليلاً قبل فصل موصلات الجهاز عن الدارة؛ من أجل تفريغ الشحنات من الأسلاك المفحوصة، وحتى لا تشكل خطراً على الأشخاص والممتلكات.

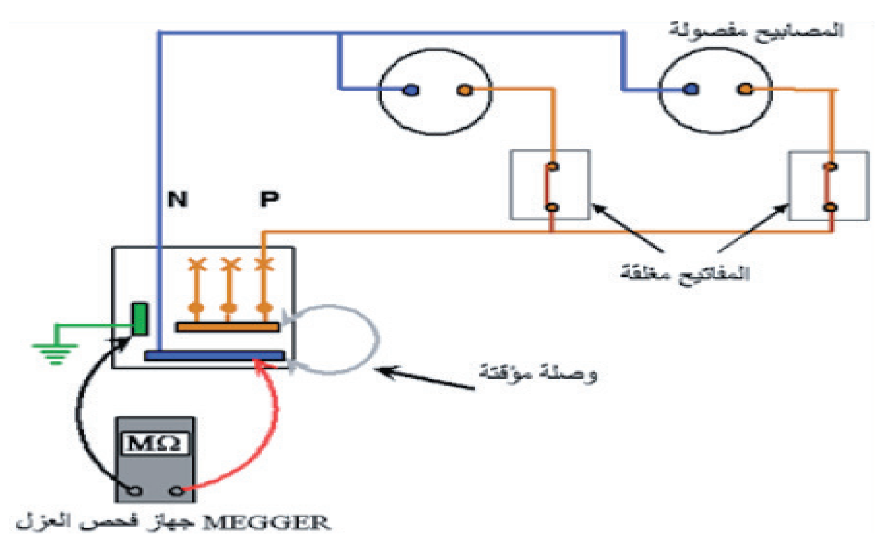
1. فحص مقاومة العزل الكلية بين موصل الوقاية PE وكل من الخط المتعادل N والخط الحار L في لوحة توزيع أحادية الطور:

- يجب ألّا تقلّ قيمة مقاومة العزل المقاسة في نظام 220 فولت عن 220 KΩ.
- وضع مقياس الجهد على قيمة 500 فولت.



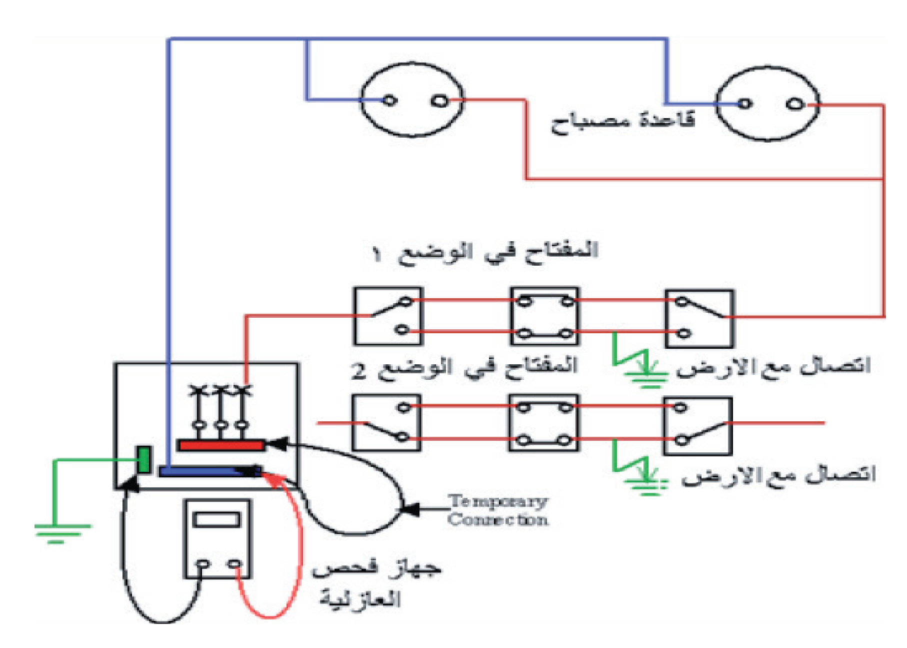
شكل (4): معايرة جهاز قياس مقاومة العزل وضبطه للفحص

○ توصيل طرفي الخط الحار L والخط المتعادل N معاً عند لوحة التوزيع الفرعية، وتوصيلهما مع أحد طرفي جهاز الفحص، وتوصيل طرف الجهاز الآخر مع موصل الوقاية PE، وتشغيل الجهاز، ثم قراءة قيمة مقاومة العزل بعد تشغيل المفاتيح المفردة، ومفاتيح الدرج.



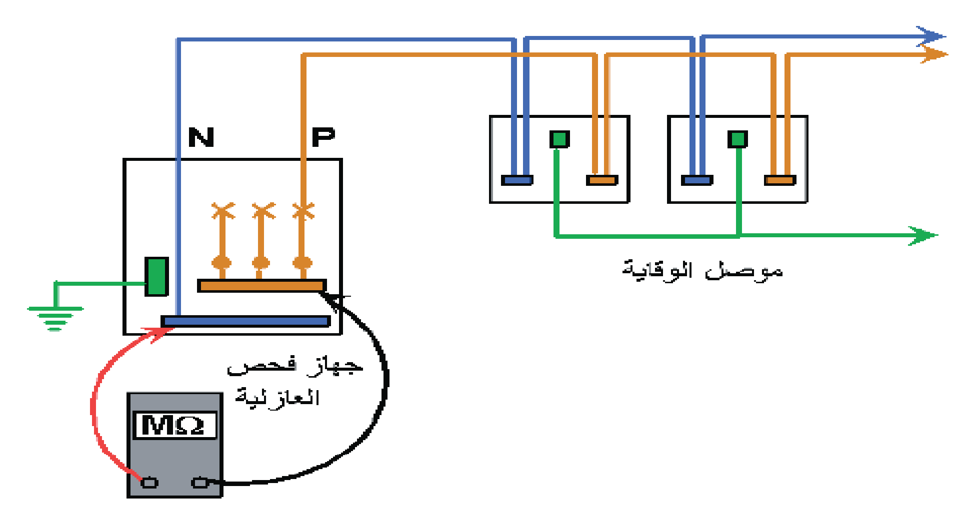
شكل (5): قياس مقاومة العزل بين النيوترال والأرضي

○ في دارات الإنارة من عدة أماكن، يجب الانتباه إلى مفاتيح الدرج، ويجب عمل فحص العزل في الوضع 1 للمفتاح، ثم في الوضع 2؛ للتأكد من خلو الوصلات بين المفتاحين من الأعطال.



شكل (6): قياس مقاومة العزل لدارة إنارة مصباح من مكانين

▢ فحص كل دارة فرعية وحدها، وذلك بتوصيل موصل الوقاية PE، والخط الحارL، والخط المتعادل N لهذه الدارة فقط (وهذا يتطلب فصل جميع الخطوط المتعادلة N من جسر النيوترال؛ لفحص كل خط وحده) بعد وضع المفتاح الخاص بتشغيل الدارة، سواء أكان مفتاحاً مفرداً أم مفتاح درج على وضعية التشغيل.



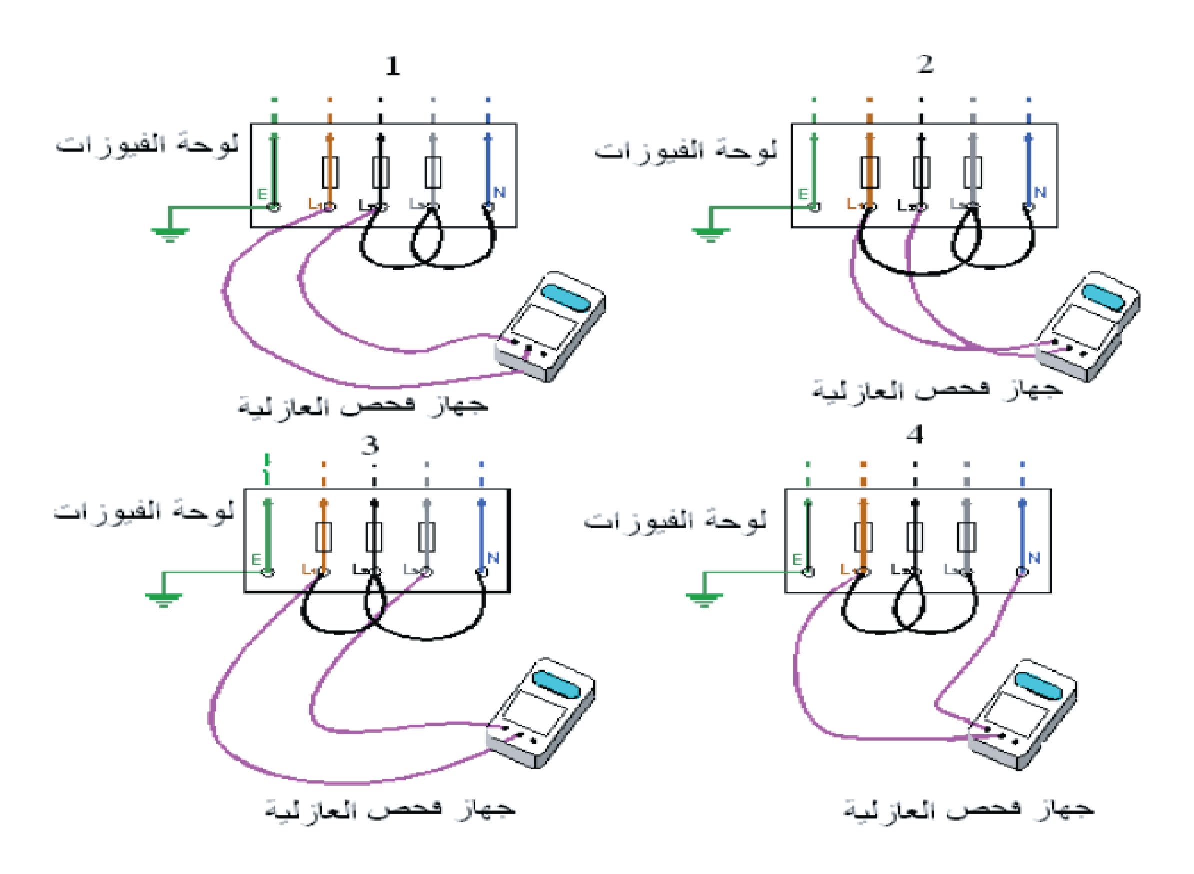
شكل (7): قياس مقاومة العزل بين الفازات والنيوترال

أعبّئ الجدول الآتي:

الموصلات المراد قياس مقاومة العزل فيها	L-E	N- E	N-L	E - (L+N)
مقاومة العزل (MΩ)				

1. فحص مقاومة العزل الكلية بين موصل الوقاية PE والخط المتعادل N للخطوط الحية (ثلاثة أطوار) في لوحة توزيع ثلاثية الأطوار:

يتم قياس مقاومة العزل الكلية بين موصل الوقاية PE، وكل من الأطوار الثلاثة معاً، ويجب أن تتعدى قيمة مقاومة العزل 2 MΩ، وكذلك قياس مقاومة العزل بين موصلات الأطوار الثلاثة بطريقة تبادلية، وما بينها وبين موصل الوقاية، والتي يجب أن تتعدى قيمتها 0.5 MΩ.



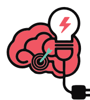
شكل (8): قياس مقاومة العزل بين الفازات

الموصلات المراد قياس مقاومة العزل بينها	L1 – L2	L1 – L3	L2 – L3	N – (L1 + L2 + L3)	PE – (L1 + L2 + L3)
المقاومة (MΩ)					
الموصلات المراد قياس مقاومة العزل بينها	L1 – (L2 + L3 + N)		L2 – (L1 + L3 + N)		L3 – (L1+ L2 + N)
المقاومة (MΩ)					

جدول (5): قياس مقاومة العزل بين الموصلات في نظام ثلاثي الأطوار

7.7 الموقف التّعليمي التّعلُّمي: تركيب اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار:

وصف الموقف التّعليمي التّعلُّمي: حضر أحد الزبائن إلى إحدى الورش الفنية، وطلب تركيب لوحات كهربائية فرعية، ولوحة كهرباء رئيسة، بحيث لا تتأثر اللوحات الأخرى عند حدوث عطل في إحدى اللوحات الفرعية.



العمل الكامل:

خطوات العمل	وصف الموقف الصفي	المنهجية (استراتيجية التعلم)	الموارد (وَفق الموقف الصفي)
أُجمع البيانات، وأُحلّلها	• أجمع البيانات من صاحب المصنع عن: ▫ الأحمال الكهربائية المراد تغذيتها. ▫ عدد اللوحات الفرعية المراد تركيبها. • أجمع البيانات عن: ▫ اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار. ▫ القواطع، وعناصر الحماية الكهربائية. ▫ العِدَد والأدوات اليدوية المستخدمة في المهمة.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق). • البحث العلمي.	• الوثائق: ▫ طلب صاحب المصنع. ▫ كتالوجات عن اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار. ▫ كتالوجات عن القواطع، ▫ وعناصر الحماية الكهربائية. • التكنولوجيا: ▫ الشبكة العنكبوتية، والمواقع الإلكترونية المحكّمة. ▫ فيديو عن اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار. ▫ فيديو عن القواطع، وعناصر الحماية الكهربائية.

أُخطّط، وأقرّر	• تصنيف البيانات التي تم جمعها عن: - الأحمال الكهربائية المراد تغذيتها. - عدد اللوحات الفرعية المراد تركيبها. - اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار. - القواطع، وعناصر الحماية الكهربائية. • تحديد خطوات العمل: - قراءة المخطط أحادي الخط للوحة. - إعداد جدول بالمواد المطلوبة، وتحديد مواصفاتها، وكمياتها. - رسم مخطط تنفيذي للّوحة. - تحديد الأدوات والعِدَد والأجهزة اللازمة. - إعداد خطة لتنفيذ العمل تتضمن الوقت المقدر لتنفيذه.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (العمل ضمن فريق).	• الوثائق: - كتالوجات عن اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار. - كتالوجات عن القواطع، وعناصر الحماية الكهربائية. - البيانات التي تم جمعها. • الإنترنت: - مواقع ذات مصداقية خاصة باللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار.
أُنفّذ	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • تثبيت جسر الأرضي. • تثبيت جسر النيوترال N. • تثبيت جسور النيوترال • للدوائر الفرعية (N1,N2,N3). • تثبيت جسر (RST). • تثبيت الجسر الحامل للقواطع. • تثبيت قواطع MCCB. • تثبيت قواطع MCB. • تثبيت مفاتيح الحماية ضد التسريب RCD. • تجميع خطوط الدارات الفرعية وَفق المخطط. • فحص الاستمرارية. • فحص العزل. • تشغيل اللوحة، وقياس التيار للأحمال.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• لوحات كهربائية ثلاثية الأطوار. • جهاز DMM. • العِدَد الخاصة بتعرية الأسلاك، وقصها. • قرطاسية. • الإنترنت (مواقع خاصة باللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار).

أتحقّق من	• مراعاة قواعد الأمان والسلامة العامة. • الوثائق والنماذج التي تم تعبئتها خلال أداء المهمة. • إنجاز العمل في الوقت المحدد، ووَفق طلب الزبون. • إعادة العِدَد والأدوات المستخدمة لأمكنتها، وترتيب مكان العمل.	• التعلم التعاوني (مجموعات عمل). • الحوار والمناقشة.	• طلب الزبون. • الوثائق والتقارير. • المواصفات الفنية. • مخطط توصيل اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار. • حاسوب. • الإنترنت (مواقع خاصة باللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار).
أوثّق، وأقدّم	• توثيق نتائج جمع البيانات عن: ▯ الأحمال الكهربائية المراد تغذيتها. ▯ عدد اللوحات الفرعية المراد تركيبها. ▯ اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار. ▯ القواطع، وعناصر الحماية الكهربائية. • إنشاء ملف خاص لهذه الحالة. • تجهيز تقرير فني لصاحب المنزل • إعداد تقرير كامل بالعمل.	• الحوار والمناقشة. • التعلم التعاوني (مجموعات عمل).	• جهاز حاسوب. • جهاز العرض LCD. • سجلات.
أقوّم	• المقارنة بين حالة صاحب المنزل قبل قياس مقاومة العزل، وبعده. • تعبئة نموذج التقييم. • رضا صاحب المصنع.	• الحوار والمناقشة.	• طلب صاحب المنزل. • المواصفات والكتالوجات. • نموذج العمل الخاص بالتقييم.

الأسئلة:

1 الصورة الآتية هي لقواطع كهربائية، أتمعن الصورة جيداً، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:



أ) أصنّف القواطع وَفق نوع مصدر الجهد.

ب) ما وظيفة كل قاطع من هذه القواطع؟

ج) أصنّف القواطع وَفق النوع إلى مجموعتين (MCB , MCCB).

2 ما الشروط التي يجب توفرها في عناصر الحماية؟

3 ما المقصود بالانتقائية؟

4 ما المواصفات الفنية للمصهر؟

5 ما المقصود بالاختصارات الآتية:

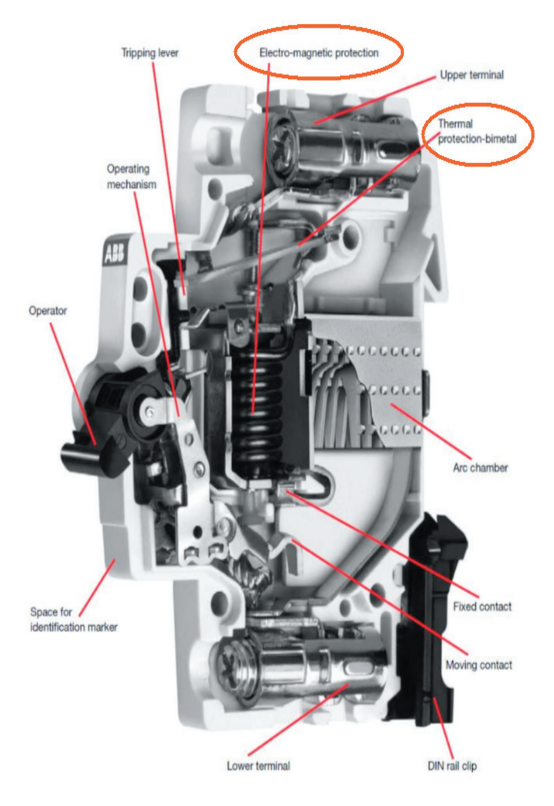
MCB – MCCB – RCCB – RCBO – ELCB

6 ما الفرق بين قاطع MCCB و MCB؟

7 أشرح مبدأ عمل جهاز التيار الفرقيRCD.

أتعلّم: تركيب اللوحات الكهربائية ثلاثية الأطوار

نشاط: الصورة الآتية هي لأجزاء أحد القواطع، أتعرف إلى المكونات الرئيسة، وأدونها على الرسم.



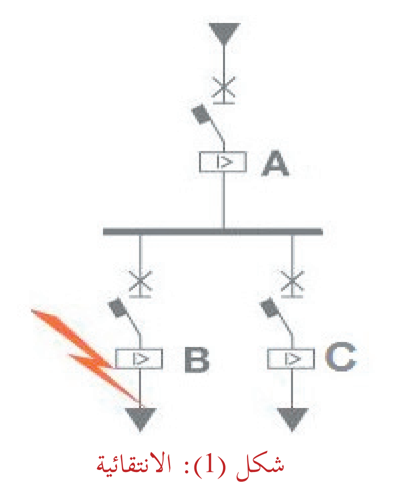
إنّ أيّ نظام كهربائي يجب أن يتوفر فيه الأمان والحماية من الأخطار، ولا يكتمل ذلك إلّا بوجود لوحات كهربائية مصممة للغرض المطلوب، بحيث تحمي اللوحة عناصر الحماية الكهربائية، التي بدورها تحمي الأجهزة والمعدات من الأعطال الكهربائية.

إنّ أيّ عنصر حماية يجب أن تتوفر فيه الشروط الآتية:

1. الانتقائية أو التمييز (selectivity or discrimination):

يقصد بالانتقائية لعنصر الحماية: أن يتمكن العنصر الأقرب إلى نقطة العطل من فصل الدارة الكهربائية التي حصل فيها العطل، دون أن تتأثر باقي الدارات الكهربائية الأخرى.

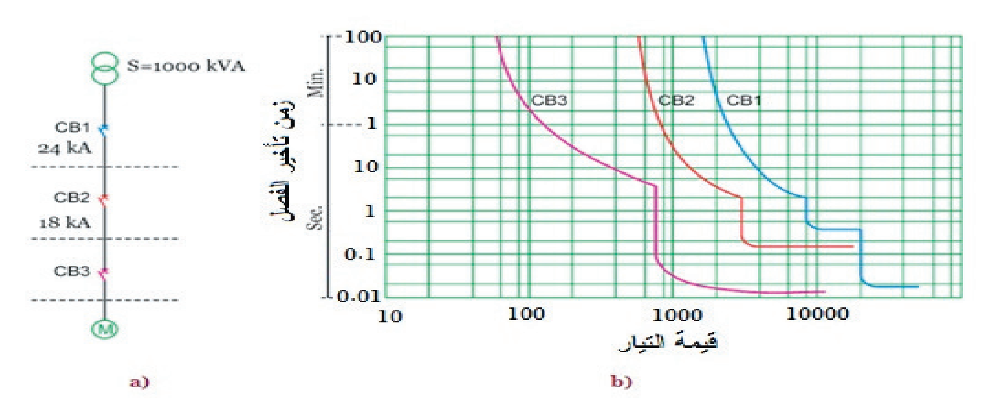
ويبيّن الشكل (1) الآتي مثالاً على الانتقائية، حيث يفصل القاطع B دون أن يتأثر القاطعان A وC.



شكل (1): الانتقائية

2. سرعة الاستجابة (Responsivity):

يقصد بسرعة الاستجابة: مقدار التأخير الزمني لهذا العنصر، عند حدوث عطل ما، ومن الجدير ذكره أنّ لكل عنصر حماية منحنى خواص يحدد مقدار التأخير الزمني له، والشكل (2) الآتي يبيّن ترتيب القواطع وَفق منحنى التأخير الزمني، بحيث يفصل القاطع الأقرب إلى العطل:



شكل (2): سرعة الاستجابة

3. الحساسية (Sensitivity):

تعرّف الحساسية: بأنها أقل قيمة تيار تؤدي إلى تفعيل عنصر الحماية.

4. الموثوقية (Reliability):

وتعرّف بأنها قدرة عنصر الحماية على أداء المهمة المطلوبة منه، دون خلل أو فشل تحت الظروف المختلفة طوال العمر الافتراضي للعنصر.

5. الاستقرارية (Stability):

أي أنّ العنصر يعمل بشكل ثابت وطبيعي، بغض النظر عن ظروف التشغيل غير الطبيعية، بحيث لا يتأثر بالأخطاء الحاصلة في دارات أخرى خارج نطاق عمله.

6. التنسيق الوقائي (Protective coordination):

يتطلب مبدأ التنسيق أن تكون عناصر الحماية، كالقواطع مثلاً مرتبطة بشكل صحيح مع غيرها من المرحّلات والملامسات اثناء حدوث القصر أو الحمل الزائد لحماية العنصر نفسه، ليكون قادراً على العودة إلى الخدمة من جديد عندما يزال العطل، وبأقل خسائر ممكنة.

أنواع عناصر الحماية:

1. المصهرات (Fuses):

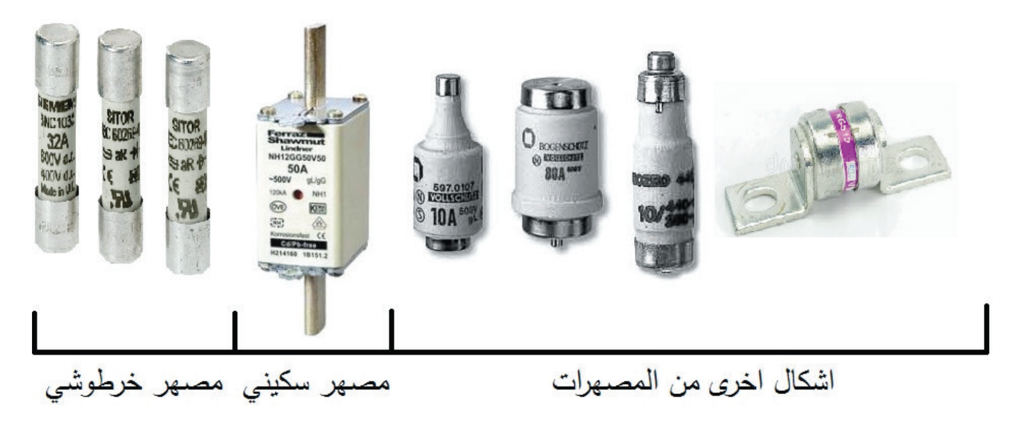
المصهر: عبارة عن سلك من المعدن، له أبعاد محددة مسبقاً وَفق التيار المراد الفصل عنده، وهو يحمي السلك من العوامل الخارجية بوساطة أنبوب زجاجي، أو غلاف من السراميك.

وتوجد أشكال كثيرة من المصهرات، أهمها:

أ. المصهرات الخرطوشية: ويندرج تحتها كل مصهر أسطواني.

ب. المصهرات السّكّينيّة: ويندرج تحتها كل مصهر له اطراف بارزة كالسّكّين.

ويبيّن الشكل (3) الآتي المصهر الخرطوشي، والمصهر السّكّيني، وأشكالاً أخرى من المصهرات:



شكل (3): المصهر الخرطوشي والمصهر السكيني

وتوجد تصنيفات كثيرة للمصهرات، منها: نوع الجهد، ونوع المصهر، وشكل المصهر، وتيار المصهر. وتُحدّد مواصفات المصهر وَفق ما يأتي:

1. مقررات التيار للمصهر.
2. مقررات الجهد للمصهر.
3. أبعاد المصهر.
4. نوع المادة المصنوع منها المصهر.
5. خواص التأخير الزمني للمصهر.

2. قواطع الدارة المصغرة Miniature Circuit Breakers MCB:

هي عبارة عن جهاز يقوم بوصل وفصل الدارة الكهربائية يدويا في ظروف التشغيل العادية، وفصل الدارة آلياً في حالات العطل.

تصنع قواطع الدارة بعدد مختلف من الأقطاب (قطب واحد SP، أو قطبين DP ،SPN، أو ثلاثة TP، أو أربعة اقطاب FP، TPN)، وعادة ما تثبت على قضيب اوميجا DIN rail.

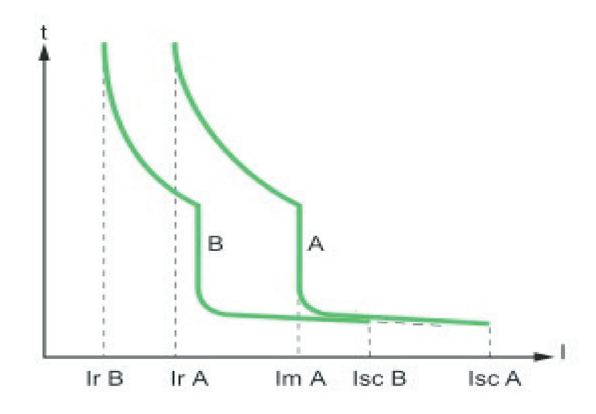
القيم المقررة للقواطع:

1. التيار المقنن I_n: هو أقصى تيار يمر خلال القاطع دون تفعيل القاطع أو تسخينه، وتعتمد قيمة التيار على درجة الحرارة.
2. تيار الفصل التقليدي أو الحراري I_r أو I_{rth}: وهو التيار الذي ينتج عنه تفعيل الاعتاق الحراري (الازدواج الحراري)، وتعتمد فترة الفصل الحراري على قيمة التيار المار في القاطع.
3. تيار الفصل المغناطيسي I_m: هو أقل قيمة لتيار القصر الذي يقوم بتفعيل الفصل المغناطيسي.
4. سعة تيار القصر I_{cu} أو I_{cn}: هو اقصى قيمة للتيار يمكن للقاطع فصله دون التعرض للتلف، الرمز I_{cu} للقواطع الصناعية I_{cn} للقواطع المنزلية.
5. الجهد المقرر V_e: هي قيمة الجهد الذي يعمل عنده القاطع في الوضع الطبيعي.
6. جهد العزل V_i: هو أعلى جهد يستطيع القاطع أن يعزله.

يمكن تقسيم القواطع وفق خصائص القطع وفق مقياس IEC كما يلي:

1. فئة A: في هذا النوع من القواطع تتم عملية الفصل مباشرة دون تأخير.
2. فئة B: في هذا النوع ، وعند حدوث عطل يتأخر القاطع في عملية الفصل لفترة زمنية محددة وذلك لأغراض الانتقائية، ويستخدم هذا النوع مع المصادر التي تنتج مستويات منخفضة من تيار القصر، مثل المولدات الاحتياطية، وتستخدم أيضا لحماية الكوابل ذات الامتدادات الطويلة.
3. فئة C: لها نفس خصائص النوع B ولكن زمن التأخير لها أكبر، وتيار الفصل المغناطيسي لها أعلى. وتستخدم في الحالات العامة.
4. فئة D ،K: تتميز بتيار فصل لحظي أكبر من فئة C، وتستخدم لحماية الدارات التي تحتوي على تيارات ابتدائية عالية نسبيا، مثل المحركات و المحولات الكهربائية.
5. فئات اخرى مثل G.

والشكل (4) يبين منحنيات بعض فئات القواطع وفق خصائص القطع.



شكل (4): منحنيات بعض فئات القواطع وفق خصائص القطع

3. القواطع الآلية المقولبة (Moulded Case Circuit Breakers MCCB):

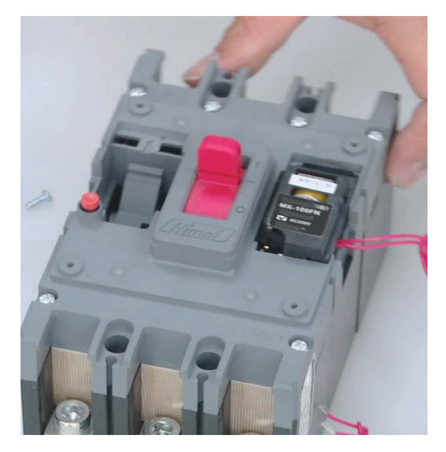


شكل (5): القواطع الآلية المقولبة MCCB

تستخدم القواطع الآلية المقولبة في أنظمة التوزيع متوسطة القدرة، وتتوفر بسَعات تيارية عالية تصل إلى 1000A، وتختلف عن MCB في الآتي:

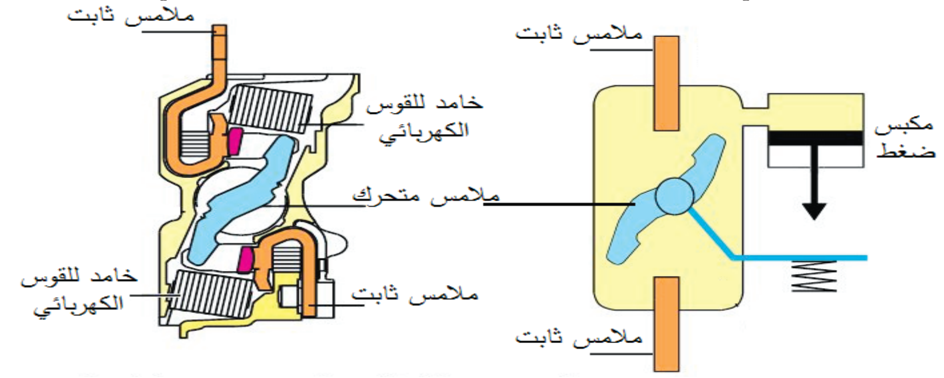
1. ذراع القاطع الخارجي له ثلاثة أوضاع، هي: ON وOFF وTripped، وتمثل الحالة الثالثة بوضعية حدوث العطل، ولا تستطيع الانتقال من وضعية Tripped إلى ON مباشرة، بل يجب إعادة الذراع إلى وضعية OFF، ثم إلى ON.
2. إمكانية تغيير التيار المقرر، ومعايرته؛ ليتناسب مع الحمل.
3. يعطي حلولاً متكاملة لعملية الانتقائية.

4. إمكانية إضافة أجزاء ثانوية (رِيَش Auxiliary Contact) مع القاطع؛ لأداء مهام متنوعة.



شكل (6): الأجزاء الثانوية (الرِّيَش)

5. تستخدم نظاماً جديداً في عملية الفصل، يُطلق عليه (Roto Active Breaking)، حيث يستخدم الطاقة الناتجة عن القوس الكهربائي لتوليد ضغط على ذراع القطع لفصل التلامس كما في الشكل (7) الآتي:



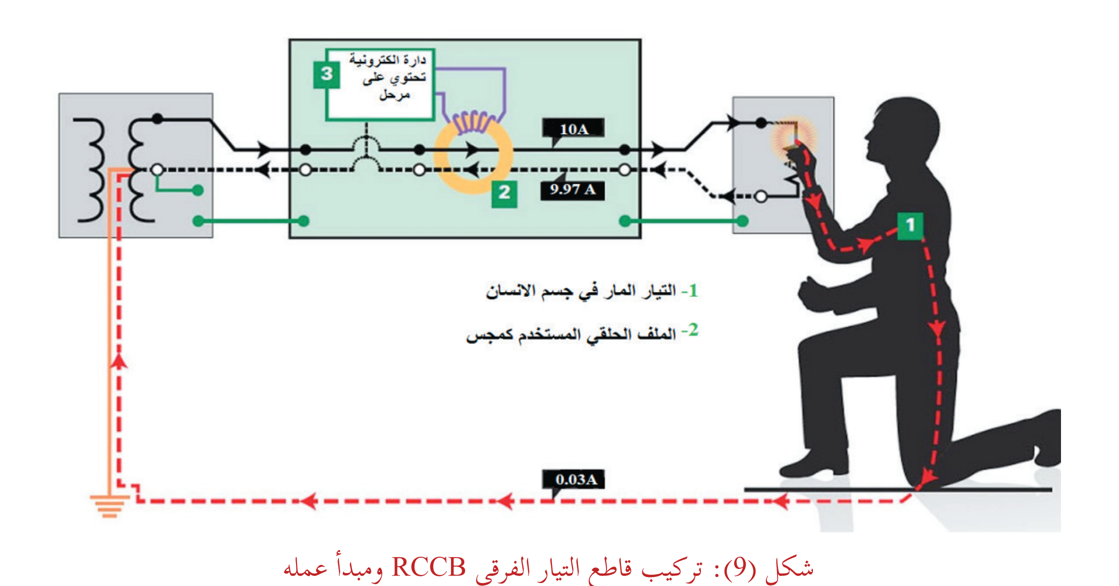
شكل (7): عملية الفصل في قواطع MCCB

4. جهاز التيار الفرقي (Residual Current Device RCD):



شكل (8): جهاز التيار الفرقي RCD

ويسمى أيضاً قاطع التيار الفرقي(Residual Current Circuit Breaker RCCB)، ويستخدم لفصل الدارة في حالة تسرب تيار صغير للأرضي؛ ما يوفر حماية للأشخاص من الصدمة الكهربائية، ويعيّر القاطع عادة من الشركة الصانعة على 30 mA ، حيث يمثل هذا التيار خطراً على جسم الانسان إذا مرّ فيه، هذا في حالة التمديدات المنزلية، أما في حالة التمديدات الصناعية، فيكون تيار التسريب 300 mA؛ بسبب وجود بعض التسريبات في الأحمال الصناعية، والشكل (7) الآتي يبيّن تركيب RCCB، ومبدأ عمله:

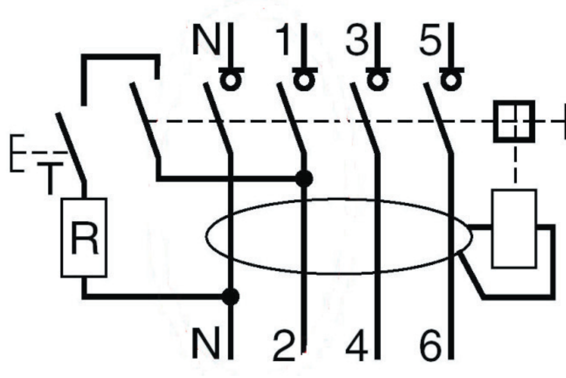


شكل (9): تركيب قاطع التيار الفرقي RCCB ومبدأ عمله

هذا بالنسبة لقاطع أحادي الطور، أما قاطع RCCB ثلاثي الأطوار، فيعتمد مبدأ عمله على المعادلة الآتية:

$$I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} + I_{N} = 0$$

والشكل (10) الآتي يبيّن تركيب قاطع RCCB ثلاثي الأطوار:



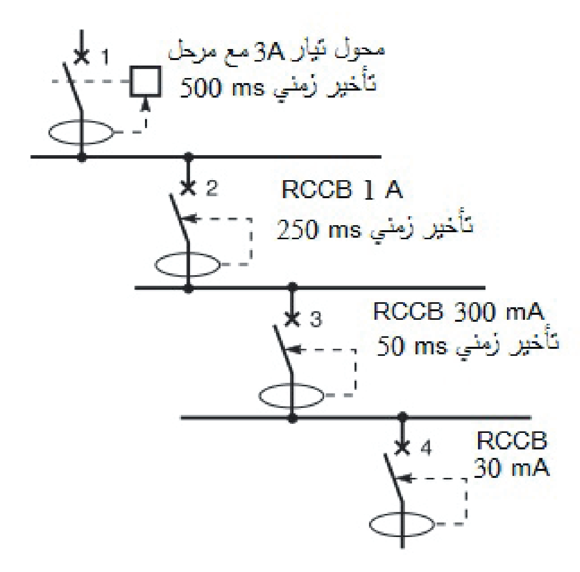
شكل (10): تركيب قاطع RCCB ثلاثي الأطوار

ويبين الجدول الآتي تأثير مرور تيار التسرب الأرضي في جسم الانسان:

مقدار التيار المار في الجسم (mA)	مدة سريان التيار	التأثير البيولوجي على جسم الانسان
0: 0.5	مستمر	التيار غير محسوس وليس له تأثير
0.5: 5	مستمر	يبدأ الجسم بالإحساس بالتيار ويمكن للإنسان التخلص من المصدر، إلا أنه يترك آثارا في مكان التلامس
5: 30	عدة دقائق	يصعب الانفصال عن مصدر الكهرباء ويسبب ارتفاع ضغط الدم وضيق التنفس
30: 50	بضع ثوان	عدم انتظام نبضات القلب - يرتفع ضغط الدم مع اغماء
50: بضع مئات	أقل من طول موجة الجهد	الشعور بصدمة قوية
	أطول من طول موجة الجهد	اغماء مع ظهور آثار عند نقاط التلامس
اكثر من بضع مئات	أقل من طول موجة الجهد	اغماء مع ظهور آثار عند نقاط التلامس
	أطول من طول موجة الجهد	اغماء موت او حريق

و الشكل (11) يبين عملية التمييز(الانتقائية) في قواطع RCCB

هناك نوع آخر من قواطع التيار الفرقي يطلق عليه Residual Current Breaker with Overload (RCBO)، وهو عبارة عن جهازRCD يحتوي على MCB، ويطلق عليه في بعض الأنظمة اسم Ground Fault Circuit Interrupter (GFCI) .



شكل (11): عملية التمييز (الانتقائية) في قواطع RCCB

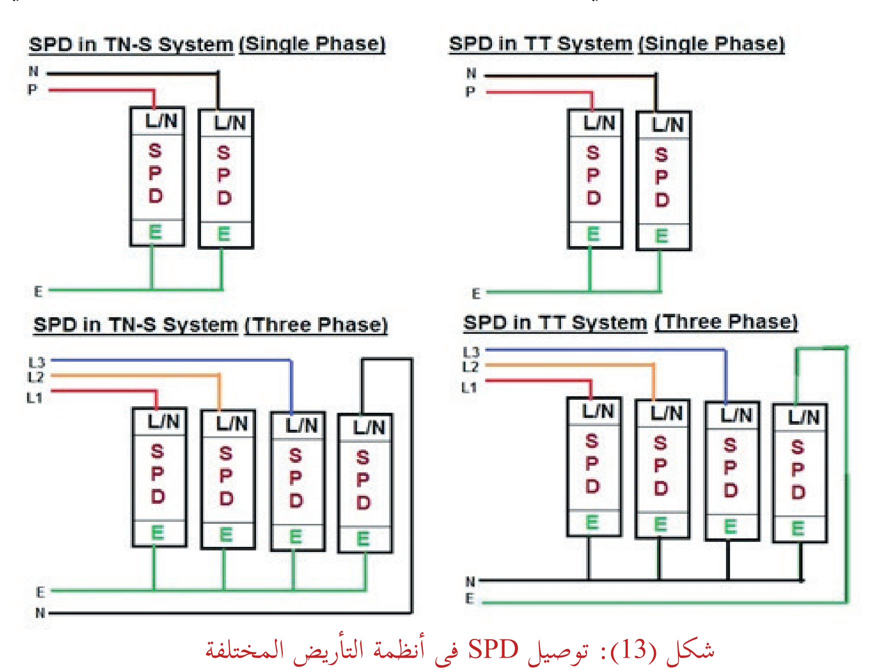
يوجد خلط بين قاطع التسرب الارضي(Earth Leakage Circuit Breaker ELCB) وقاطع RCCB ، والفرق بينهما أن قاطع ELCB يكون ملف المجس فيه على خط الارضي، ولا يفصل القاطع حتى يمر تيار في الخط الأرضي؛ لذلك لا يستطيع القاطع حماية الانسان إذا لامس خط الطور مباشرة؛ لذلك يُعدَّ هذا النظام قديماً وقد عوض عنه بنظام RCD.

5. محددات الموجات العابرة للجهد (Surge Arrestor):



شكل (12): محددات الموجات العابرة SPD

ويطلق عليه الاختصارsurge protection device (SPD)، وتحدث الموجات العابرة للجهد نتيجة لأسباب خارجية، مثل الصواعق الكهربائية (البرق)، وأسباب داخلية، مثل تشغيل الآلات الكهربائية، وإطفائها، وقد تؤدي هذه الموجات العابرة إلى تلف الأجهزة الحساسة لارتفاع الجهد، وخاصة الأجهزة الإلكترونية، مثل الأجهزة الطبية، وأجهزة التلفاز، والحاسوب، لذلك يتم استخدام محددات الموجات العابرة لحماية تلك الأجهزة الحساسة التي تقوم بمنع الجهود العابرة من الوصول إليها. والشكل (13) الآتي يبيّن توصيل محددات الموجات العابرة للجهد SPD في أنظمة التأريض:



شكل (13): توصيل SPD في أنظمة التأريض المختلفة



السؤال الأول: أضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة لكل مما يأتي:

1 كيف يتم ضمان عدم عكس ترتيب أحد الأطوار في التيار المتناوب ثلاثي الأطوار؟

أ. باستخدام جهاز تصحيح معامل القدرة (Power Factor Correction).

ب. باستخدام جهاز التيار الفرقي (RCD).

ج. باستخدام قاطع التسريب الأرضي (ELCB).

د. باستخدام جهاز قياس ترتيب الأطوار (Phase Sequence Meter).

2 كم عدد الأسلاك في كابل الكهرباء ثلاثي الأطوار في الحمل غير المتزن؟

أ. 5 ب. 4 ج. 3 د. 6

3 ما العلاقة بين جهد الخط V_L وجهد الطور V_{PH} في توصيلة النجمة؟

أ. $V_L = V_{PH}$ ب. $V_L = 3\ V_{PH}$

ج. $V_L = \sqrt{3}\ V_{PH}$ د. $V_L = \sqrt{2}\ V_{PH}$

4 ما الأحمال التي تستخدم طريقة الواطميترات الثلاثة لقياس قدرتها؟

أ. الأحمال المتزنة فقط. ب. الأحمال غير المتزنة فقط.

ج. الأحمال المتزنة، وغير المتزنة. د. الأحمال الحثّيّة فقط.

5 ما العلاقة بين قيمة المواسع في توصيلة المثلث وتوصيلة النجمة في عملية تحسين معامل القدرة؟

أ. قيمة المواسع في توصيلة المثلث = قيمة المواسع في توصيلة النجمة.

ب. قيمة المواسع في توصيلة المثلث = ثلث قيمة المواسع في توصيلة النجمة.

ج. قيمة المواسع في توصيلة النجمة = ثلث قيمة المواسع في توصيلة المثلث.

د. قيمة المواسع في توصيلة المثلث = نصف قيمة المواسع في توصيلة النجمة.

6. كيف يمكن تحسين معامل القدرة بطريقة تثبيت القدرة الظاهرية؟

أ. وضع محرك غير تزامني ذي إثارة عالية في وضعية اللاحمل على التوازي مع الحمل.

ب. وضع محرك تزامني ذي إثارة عالية في وضعية اللاحمل على التوازي مع الحمل.

ج. وضع محرك غير تزامني ذي إثارة عالية في وضعية اللاحمل على التوالي مع الحمل.

د. وضع محرك تزامني ذي إثارة عالية في وضعية الحمل على التوازي مع الحمل.

7. كيف يمكن تحسين معامل القدرة عندما يكون الحمل متغيراً وغير مستقر؟

أ. باستخدام التحسين الأحادي لمعامل القدرة.

ب. باستخدام التحسين المركزي لمعامل القدرة.

ج. باستخدام تحسين المجموعة لمعامل القدرة.

د. باستخدام الأحمال الحثّيّة.

8. كيف يمكن الانتقال من وضعية حدوث العطل Tripped إلى وضعية التشغيل ON في القواطع الآلية المقولبة MCCB؟

أ. يجب إعادة الذراع إلى وضعية ON مباشرة.

ب. يجب إعادة الذراع إلى وضعية OFF، ثم إلى وضعية ON.

ج. يجب الانتظار حتى ينتقل القاطع آليّاً من وضعية Tripped إلى وضعية ON.

د. يجب إعادة الذراع إلى وضعية OFF، ثم إلى وضعية Tripped.

9. كم تكون قيمة مقاومة العزل المقاسة؟

أ. لا تقل عن ألف ضعف قيمة جهد الدارة المراد قياس مقاومة عزل الموصلات فيها.

ب. لا تقل عن ضعف قيمة جهد الدارة المراد قياس مقاومة عزل الموصلات فيها.

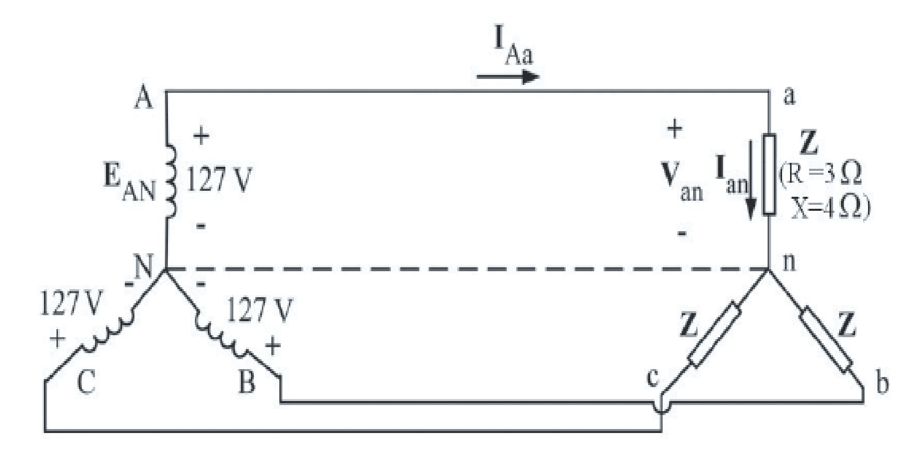
ج. تساوي قيمة جهد الدارة المراد قياس مقاومة عزل الموصلات فيها.

د. لا تقل عن ثلاثة أضعاف قيمة جهد الدارة المراد قياس مقاومة عزل الموصلات فيها.

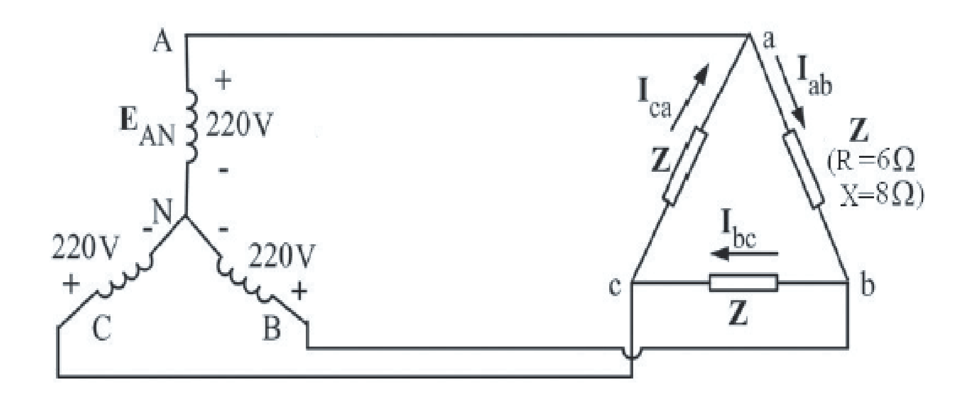
10. كم تبلغ قيمة تيار التسريب في التمديدات الصناعية؟

أ. 300 mA   ب. 30 mA   ج. 3 mA   د. 220 mA

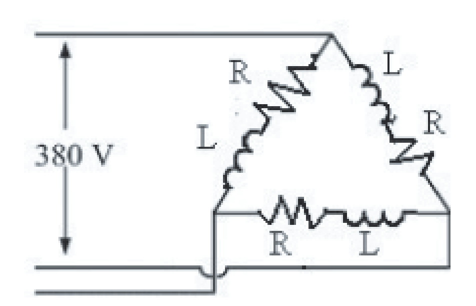
السؤال الثاني: في الدارة الكهربائية الآتية، أحسب القيمة الفعالة لجهد الخط V_L، والقيمة الفعالة لتيارات الخطوط I_L.:



السؤال الثالث: وُصل حمل ثلاثي الأطوار توصيلة مثلث بمولد ذي توصيلة نجمة، كما هو مبيّن في الشكل الآتي، أحسب تيار كل طور I_{PH} من الحمل، والقيمة الفعالة لتيار الخط I_L.



السؤال الرابع: أحسب القدرة الفعالة P، والقدرة غير الفعالة Q، والقدرة الظاهرية S التي يستهلكها الحمل، علماً أنّ النظام متزن، وأنّ الحمل يحتوي على مقاومة مقدارها $R = 2\ \Omega$، وملف حثّيّته $L = 25.4$ mH، وتردد المصدر هو 50 Hz.



السؤال الخامس: عند قياس القدرة المستهلكة من حمل كهربائي ثلاثي الأطوار باستعمال طريقة لواطميترين، كانت قراءة أحد الواطميترين هي 6 KW، بينما كانت قراءة الواطميتر الآخر بعد عكس ملف تياره هي 2 KW، أحسب القدرة المستهلكة من الحمل.

السؤال السادس: محول لمحطة فرعية تزود حملاً 360 KW عند معامل قدرة متأخر 0.6، أحسب:

1. القدرة غير الفعالة للمكثفات اللازمة لتحسين معامل القدرة إلى 0.95 متأخر عن طريق تثبيت القدرة الفعالة.
2. القدرة الظاهرية الاسمية للمحرك التزامني اللازم لتحسين معامل القدرة إلى 0.95 عن طريق تثبيت القدرة الظاهرية.

السؤال السابع: لماذا لا يمكن قياس القدرة الفعالة في دارات التيار المتناوب باستعمال جهازَي فولتميتر وأميتر فقط؟

السؤال الثامن: وُصلت ثلاثة ملفات مقاومة، وممانعة، كل منها (X = 15 Ω، R = 20 Ω) توصيلة نجمة مع مصدر ثلاثي الأطوار، موصول توصيلة نجمة، وجهد الخط فيه يساوي 400 فولت، وتردد يساوي 50 هيرتز، أحسب:

أ. تيار الخط I_L.

ب. القدرة الفعالة.

ج. معامل القدرة P.F.

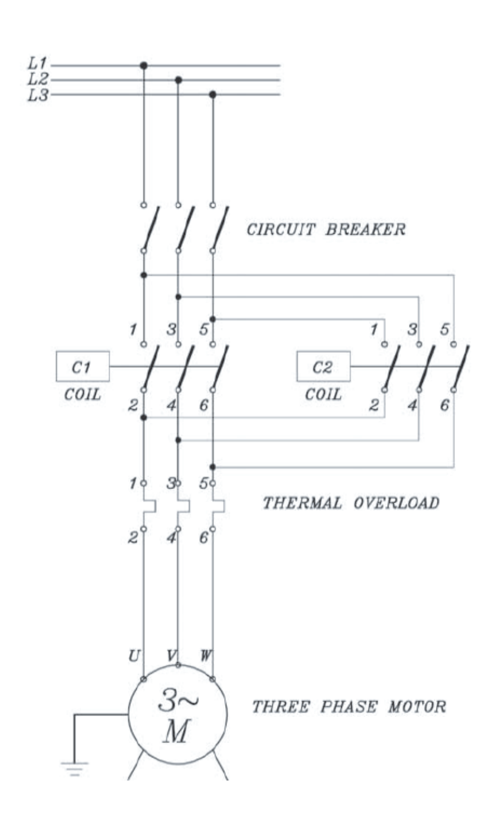
د. إذا وصلت ثلاثة مكثفات لها السّعة نفسها توصيلة مثلث إلى المصدر نفسه على التوازي مع الملفات، أحسب سَعة كل مكثف للحصول على معامل قدرة جديد قيمته 0.95 متأخر، وأرسم الدارة الكاملة للنظام في هذه الحالة.

السؤال التاسع: ما الاختلافات بين القواطع الآلية المصغرة MCB والقواطع الآلية المقولبة MCCB ؟

السؤال العاشر: ما الشروط التي يجب توفرها في أيّ عنصر حماية في اللوحات الكهربائية؟

مشروع الوَحدة:

أقوم بتوصيل دارة التحكم الآتية لتشغيل محرك حثّيّ ثلاثيّ الأطوار، وعكس اتجاه دورانه باستخدام مفاتيح تلامسية وضواغط:



مع مراعاة مراحل المشروع (اختيار المشروع، خطة المشروع، تنفيذ المشروع، تقويم المشروع).

لجنة المناهج الوزارية:

د. صبري صيدم
د. بصري صالح
أ. ثروت زيد
م. وسام نخلة
د. سمية النّخالة

المشاركون في ورشات عمل كتاب كهرباء استعمال الجزء الثاني للصف الحادي عشر

م. نجيب جابر
م. عمر خريشي
م. حامد أبو هنية
م. ماهر عبد الحميد
م. مصعب السعادة
م. محمد ابو زهرة
م. أحمد عثمان
م. نبراس فهد
م. أحمد دقة
م. أسامه خواجا
م. معاذ ابو سليقة
أ. ابراهيم قدح
م. ماهر يعقوب

تم بحمد اللّه